



THIS REPORT
HAS BEEN
PRODUCED IN
COLLABORATION
WITH:



2026 지구 생명 보고서

The Science of Hope

2026 지구 생명 보고서

The Science of Hope

목차

요약	6
서문	18
제1장 생물다양성 변화의 측정	
생물다양성은 무엇이며, 왜 중요한가?	23
2026 지구생명지수: 무엇을 측정하는가?	24
지역적 관점에서 본 생물다양성 변화	28
유사한 추세를 보이는 그 외 생물다양성 지표	32
감소 추세를 반전시킬 수 있는가?	34
제2장 희망의 힘	
희망의 과학	37
함께 만드는 희망	38
모두에게 주어지지 않는 희망	39
회복탄력성과 희망	40
희망의 확산	40
사례 연구	42
전환을 위한 전략적 자원으로서의 희망	44
제3장 전환을 위한 긍정적 티핑 포인트	
긍정적 티핑 포인트의 개념	47
티핑 역학의 변화 단계	49
상호작용과 긍정적 티핑 연쇄	52
긍정적 티핑 포인트의 형성	52
긍정적 티핑 포인트의 신호	56
제4장 생물다양성 손실을 초래하는 시스템의 전환	
에너지 시스템 전환	60
• S-곡선을 따른 진행 상황 추적	62
• 레버리지 포인트 파악	68
• 전환의 거버넌스	70
식량 및 농업 시스템 전환	71
• S-곡선을 따른 진행 상황 추적	73
• 레버리지 포인트 파악	76
• 전환의 거버넌스	80
금융의 잠재력 열기: 지속가능성 전환을 가속하는 방법	81
• 금융 시스템의 긍정적 티핑 포인트	89
• 권고사항	93
• 인센티브가 주어지면 자본은 흐름을 준비가 되어 있다	94
제5장 글로벌 행동 조율 및 가속화	
차별화된 국가별 공약의 결정	100
GBF 이행을 위한 긍정적 티핑 포인트 설계	100
긍정적 티핑 포인트를 향한 전 사회적 진전 측정	101
전망	102
사진 출처	105
참고문헌	107

편집팀

M. Rebecca Shaw (WWF-Global Science): Editor-in-chief
Kimberley Marchant (WWF-Global Science): Managing editor
Kate Cooke (WWF International): Project lead
Amanda Kegu (WWF-Global Science): Project manager
Katie Gough (WWF International): Communications lead
Kate Graves (WWF-Global Science): Production manager
Emma Ackerley (WWF International): Communications manager
Alex Batka (WWF-Global Science): Editorial manager
Samantha Cheng (WWF-Global Science): Evidence lead
Daisy Halliwell and Hannah Puleston (Zoological Society of London), Karuna Paudel and Dina Rasquinha (WWF-Global Science): Editorial and data support
Barney Jeffries: Writer and editor
Weirdesign: Graphic designer

운영위원회

Mike Barrett (WWF-United Kingdom), Lydia Gaskell (WWF International), Efraim Gomez (WWF International), Melanie Janin (WWF International), ANGU ANGU Kenneth (WWF Congo Basin Forest Hub), Thibault Ledecq (WWF-Viet Nam), Irina Montenegro (WWF Country Office Unit), M. Rebecca Shaw (WWF-Global Science), Daudi Sumba (WWF International), Jeff Worden (WWF International)

저자

Mike Barrett (WWF-United Kingdom), Guido Broekhoven (WWF International), Stuart Chapman (WWF-Tigers Alive Initiative), Dean Cooper (WWF International), Stefanie Deinet (Zoological Society of London), Andrew Deutz (WWF-United States), Robin Freeman (Zoological Society of London), Franziska Gaupp (Osnabrück University), Sarah Glaser (WWF-United States), Brent Loken (WWF-Global Science), Christine Madden (WWF-Coral Triangle Program), Vishwanie Maharaj (WWF-United States), Valentina Marconi (Zoological Society of London), Louise McRae (Zoological Society of London), Robin Naidoo (WWF-United States), Tom Powell (University of Exeter), Jennifer Roberts (WWF-Tigers Alive Initiative), Kirsten Schuijt (WWF International), M. Rebecca Shaw (WWF-Global Science), Steven R. Smith (University of Exeter), Elisa Vacherand (WWF International)

WWF 기여

본 보고서는 전 세계 WWF 네트워크 구성원들의 폭넓은 자문과 기여를 통해 작성되었습니다. WWF 임직원들은 각자의 전문성과 지식을 바탕으로 보고서 내용에 대한 다양한 의견과 피드백을 전했습니다. 아낌없는 협조와 지원을 보내주신 모든 분들께 깊은 감사와 존경을 표합니다.

특별 감사

영국 엑서터 대학교(University of Exeter)의 Tom Powell과 Steven R. Smith가 주신 귀중한 통찰과 의견에 감사드립니다.
Neil Burgess (UNEP-WCMC), Cecil Haverkamp (Nature Action Tracker), E.J. Milner-Gulland (University of Oxford)를 비롯해 보고서에 기여해 주신 모든 분들의 노고에 감사드립니다.
감수를 맡아주신 Stuart Butchart (BirdLife International), David Curnick (Zoological Society of London), Adriana De Palma (Natural History Museum), Craig Hilton-Taylor (IUCN), Sahil Nijhawan (Zoological Society of London), Andy Purvis (Natural History Museum), Johan du Toit (Zoological Society of London)에게 감사를 전합니다.
또한 제5장의 기반이 된 연구를 수행해 주신 NATURE Impacts팀과 Nature Action Tracker 팀에게도 감사드립니다.
아울러 워킹그룹에 기여해 주신 Elena Khishchenko (WWF International)와 Patricia Schelle (WWF International), 파트너 협력을 조율해 주신 Lucy Young (WWF-United Kingdom)에게도 진심으로 감사드립니다.
마지막으로 지구생명 데이터베이스(Living Planet Database, www.livingplanetindex.org)에 데이터를 제공해 주신 모든 분들, 특히 지난 2년간 데이터 수집에 힘써 주신 Tatiana Dickins를 비롯해, 브라질 지역 데이터 수집을 지원해 주신 Filipe Serrano (University of São Paulo), Helga Correa Wiederhecker (WWF-Brazil), Rodrigo Jorge, Elildo Carvalho Jr., Bruno Sandy, Marcelo Mukira Reis (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade), 아프리카 지역 데이터 수집을 도와주신 Githmi Wijedasa, Ceri Webster에게 깊이 감사드립니다.

WWF (World Wide Fund for Nature, 세계자연기금)

WWF는 국제 비영리 자연보전기관으로 전 세계 100여 개국의 글로벌 네트워크를 통해 4천만 명 이상의 서포터즈와 함께 활발히 활동하고 있다. WWF는 기후변화와 자연생태계의 파괴를 막고, 사람과 자연이 조화롭게 살아가는 미래를 만들고자 한다. 이를 위해 생물다양성을 보전하고, 재생 가능한 자연자원을 지속가능한 방식으로 이용하도록 방향을 제시하며, 환경 오염 및 자원의 낭비를 줄이고자 인식 증진 활동에 힘쓰고 있다.

ZSL Institute of Zoology (런던동물학회 동물학연구소)

1826년에 설립된 ZSL은 영국과 전 세계의 야생동물을 보전하기 위해 활동하는 과학 기반의 국제 자연보전 기관이다. 올해 설립 200주년을 맞은 ZSL은 지난 두 세기에 걸쳐 선구적인 과학 연구를 바탕으로 멸종위기종을 보호하고, 생태계를 회복하며, 사람과 야생동물의 공존을 이끌어 왔다. 세계 최초의 과학 동물원을 개원한 순간부터 동물학 연구소를 설립하고 글로벌 자연보전 과학을 선도해 온 지금까지, ZSL의 역사는 혁신과 희망으로 이어지고 있다.

ZSL은 WWF와 협력하여 지구생명지수(Living Planet Index)를 관리하고 있다.

인용

WWF (2026) Living Planet Report 2026 – The Science of Hope. WWF, Gland, Switzerland.

원문 발간

디자인 및 인포그래픽: weirdesign.com

ISBN: 978-2-88085-322-8

국문 발간

발행인: 박민혜

발행처: 한국WWF

발행일: 2026년 10월

번역감수: 정다예, 나민지, 이규호, 안지애, 권연주

디자인: 베스트셀러바나나

Living Planet Report®와 Living Planet Index®는 WWF International의 등록상표입니다.

2026 지구 생명 보고서

The Science of Hope



요약

지구상의 모든 식물과 동물, 균류와 미생물은 하나의 유기적인 시스템을 이루고 있으며, 인간 역시 그 일부이다.

생물다양성, 즉 다양한 생물과 이를 연결하는 생태적 관계는 이 유기적인 시스템이 작동하도록 하는 기반이다. 식량은 수분매개자와 농경지의 생산성을 유지하는 토양 미생물 덕분에 생산된다. 식수는 훼손되지 않은 유역에 의존한다. 약국에서 판매하는 대부분의 의약품은 식물, 균류 또는 미생물에서 처음 발견된 분자 물질에서 시작되었다. 기후는 산림, 해양, 이탄지, 초원과 같은 자연생태계의 영향을 받는다. 수치로 표현되는 경제 역시 이러한 생태계에 기반하고 있다. 2023년 기준, 전 세계 GDP의 절반가량인 미화 약 58조 달러가 어떤 형태로든 자연에 의존하는 활동에서 창출되었으며, 생물다양성이 훼손되면 이를 바탕으로 구축된 모든 것들이 함께 위태로워질 수 있다.

이러한 자연의 훼손은 현재 인류 역사상 유례없는 속도로 진행되고 있다. 지구생명지수(Living Planet Index, LPI)는 전 세계에서 관찰되는 척추동물종 - 포유류, 조류, 어류, 파충류, 양서류 - 개체군의 평균 규모 변화를 측정한다. 지난 52년간(1970년~2022년) LPI가 추적한 개체군은 평균 73% 감소했다. 다른 생물다양성 지표 역시 동일한 현상의 다른 측면을 보여주고 있다. 적색목록지수(Red List Index)는 생물종의 멸종 위험이 어떻게 변화하고 있는지를 추적한다. 생물다양성 온전 지수(Biodiversity Intactness Index)는 산업화 이전 상태와 비교하여 한 지역에 본래의 생물다양성이 얼마나 남아 있는지를 추정한다. 기록으로 확인된 멸종 사례들을 살펴보면, 오늘날 종의 멸종률은 인간의 영향 이전 자연적 배경 멸종률보다 100배 이상 높다. 이 네 가지 지표는 생물다양성을 각기 다른 관점에서 측정하지만, 모두 같은 방향을 가리키고 있다.

글로벌 LPI는 전 세계 평균값이기 때문에 지역별 세부 양상은 보여주지 못한다. 일부 지역에서는 다른 지역보다 훨씬 빠른 속도로 야생동물이 감소하고 있는 반면, 일부 생물종과 생태계는 안정적인 상태를 유지하거나 회복세를 보이고 있다. 실제로 글로벌 LPI가 추적하는 개체군의 약 절반은 안정적이거나 증가하고 있다. 이는 생물다양성 감소가 불가피한 것이 아님을 보여준다. 적절한 보전 노력이 이루어진 곳에서는 야생동물의 회복이 확인되고 있다.



적절한 보전 노력이 이루어진 곳에서는 야생동물의 회복이 확인되고 있다.

이 사례들의 공통점은
명확한 목표, 경험을 통해
보완이 가능한 유연한 계획,
행동으로 옮길 수 있는
주체성, 그리고 어려움
속에서도 지속할 수 있는
회복탄력성이었다.



자연보전은 성과를 내고 있으며, 그 규모도 점차 확대되고 있다.

호랑이는 이를 보여주는 가장 대표적인 사례다. 2010년 야생 호랑이 개체수는 약 3,200마리에 불과해 심각한 멸종위기에 처해있었다. 그러나 2025년에는 개체수가 약 5,700마리로 증가하며 70% 이상 늘어났다. 수십 년간의 남획으로 개체수가 급감했던 대서양참다랑어와 태평양참다랑어 역시 회복세를 보이며 현재는 더 이상 멸종위기종으로 분류되지 않는다. 남부 아프리카 코끼리도 지역공동체가 코끼리와 서식지를 공유하며 토지를 관리하는 많은 지역에서 개체수가 안정적으로 유지되거나 증가하고 있다. 2025년에는 바다거북 최초로 푸른바다거북의 보전 상태가 멸종위기(Endangered)에서 관심대상(Least Concern)으로 조정되었다. 이는 80개 이상의 국가에 걸친 산란지에서 50년에 걸쳐 보전활동을 이어온 결과다.

이러한 회복에는 수십 년이 걸렸다. 정치적 난관과 재정 삭감, 그리고 변화가 전혀 보이지 않는 긴 시간 속에서 성공 여부조차 알 수 없는 노력을 끊임없이 이어가야 했다. 이 사례들의 공통점은 명확한 목표, 경험을 통해 보완이 가능한 유연한 계획, 행동으로 옮길 수 있는 주체성, 그리고 어려움 속에서도 지속할 수 있는 회복탄력성이었다. 심리학에서는 이러한 요소들의 결합을 “희망”이라고 부른다.

희망은 과정이다.

자연보전에서 희망은 복잡하고 불확실한 문제에 직면하더라도 사람들이 오랜 시간 동안 참여를 이어갈 수 있도록 하는 하나의 과정이다. 희망에는 네 가지 요소가 있다. 첫 번째는 개인이나 공동체가 중요하게 여기는 가치에 기반한 목표다. 두 번째는 목표를 달성하기 위한 신뢰할 수 있는 경로, 즉 상황이 변하고 새로운 정보가 생길 때마다 조정이 가능한 계획이다. 세 번째는 자신이 하는 일이 변화를 만들어낼 수 있다고 믿는 주체성이다. 네 번째는 진전이 더디거나 멈췄을 때에도 계속 나아가며, 길이 막히면 새로운 길을 찾아내는 회복탄력성이다. 이 네 가지 요소는 서로 영향을 주고받으며 작용한다. 이러한 요소가 개인에서 나아가 공동체, 분야와 국경을 넘어 작용할 때 희망은 집단적 희망으로 발전한다. 집단적 희망은 대규모의 변화가 일어날지를 예측할 수 있는 가장 신뢰할 만한 지표다.

앞서 소개한 회복 사례들은 우연이나 몇몇 뛰어난 개인의 노력만으로 이루어진 것이 아니다. 오랜 시간에 걸쳐 광범위하게 작동한 집단적 희망의 결과였다.

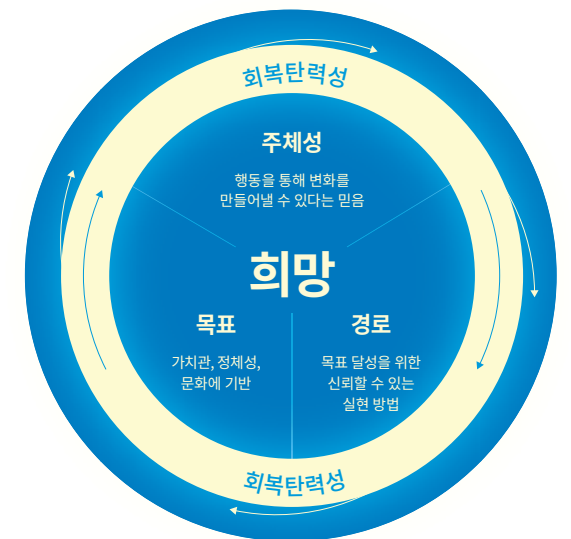
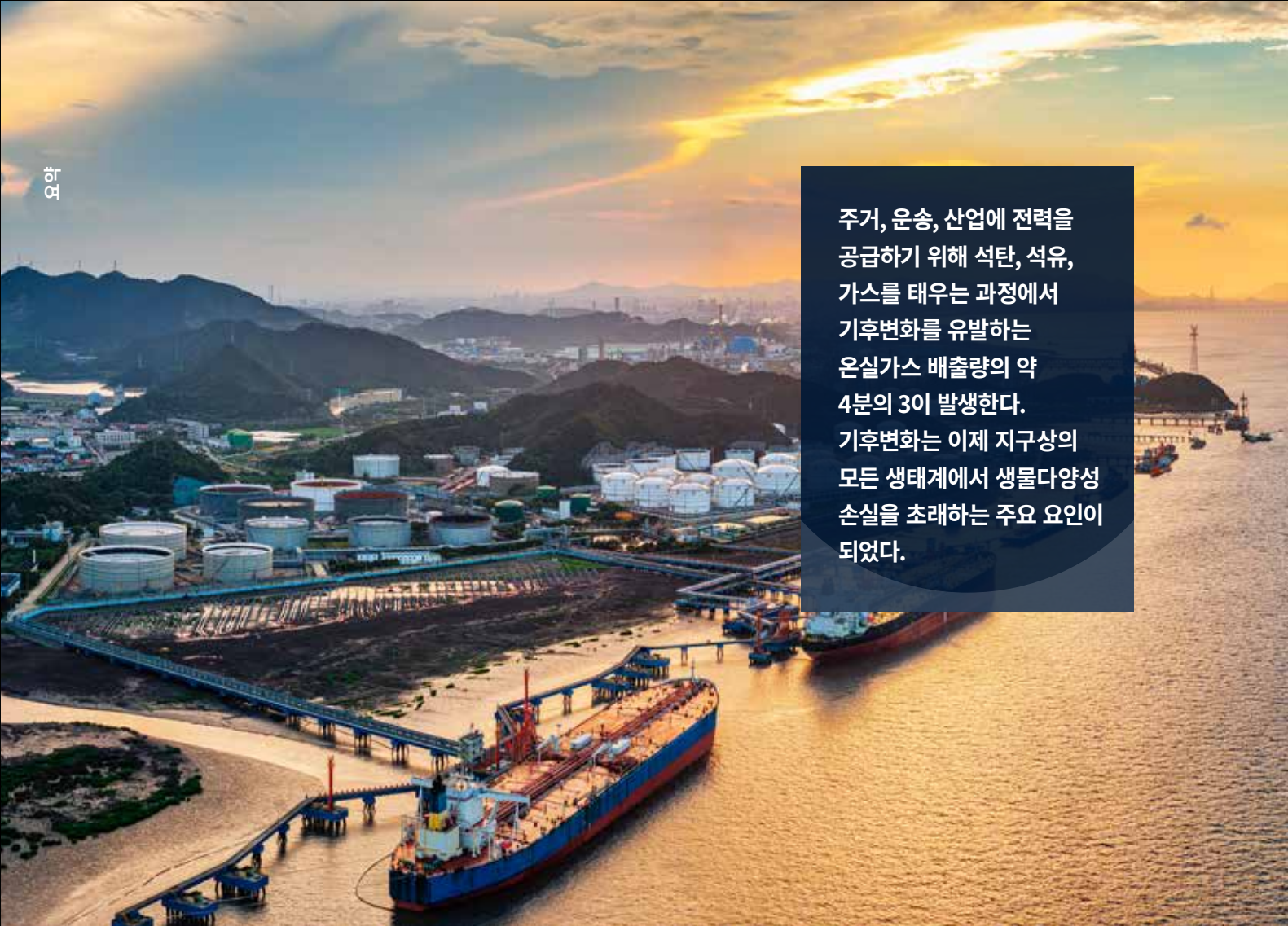


그림 ES.1 희망은 단순한 감정을 넘어, 목표와 주체성, 목표 달성을 위한 경로가 결합될 때 변화를 이끄는 하나의 과정이 된다. 회복탄력성은 어려움에 직면하더라도 계속 나아갈 수 있는 힘을 제공한다.



주거, 운송, 산업에 전력을 공급하기 위해 석탄, 석유, 가스를 태우는 과정에서 기후변화를 유발하는 온실가스 배출량의 약 4분의 3이 발생한다. 기후변화는 이제 지구상의 모든 생태계에서 생물다양성 손실을 초래하는 주요 요인이 되었다.

긍정적 티핑 포인트

이처럼 거대한 규모의 시스템 전환은 불가능하게 느껴질 수 있다. 시스템을 유지하는 인프라와 규제, 시장, 사회적 관행이 방대할 뿐 아니라 수십 년에 걸쳐 굳어진 흐름을 바꿔야 하기 때문이다. 그러나 복잡한 시스템이 항상 선형적으로 변화하는 것은 아니다. 오랜 시간 걸으로는 거의 아무런 변화가 나타나지 않더라도, 그 이면의 보이지 않는 곳에서는 변화의 압력이 계속해서 쌓일 수 있다. 그러다 어느 순간 임계점을 넘어서면 변화의 속도가 급격히 빨라진다. 티핑 포인트는 일반적으로 산호초 붕괴나 아마존 열대우림이 탄소 흡수원으로서의 기능을 잃는 것처럼 부정적인 맥락에서 사용되는 경우가 많다. 그러나 이러한 변화의 역학은 반대 방향으로도 작동할 수 있다. 긍정적 티핑 포인트는 한 시스템이 임계점을 넘어 더 건강한 상태로 전환되고, 그 변화가 증폭 피드백 루프를 통해 스스로 강화되기 시작할 때 발생한다. 이러한 전환이 일어나면 변화의 속도는 더 빨라지고, 비용은 더 낮아지며, 되돌리기는 더 어려워진다.

에너지 전환은 이를 실시간으로 보여주고 있다. 20년 전만 해도 태양광 발전은 주로 인공위성이나 휴대용 계산기에 쓰이던 비주류 기술이었다. 오늘날 태양광은 대부분의 국가에서 가장 저렴한 신규 발전원이 되었고, 전 세계 태양광 발전 용량은 3년마다 2배씩 늘고 있다. 2024년에는 전 세계 신차 판매에서 전기차가 차지하는 비중이 25%를 넘어섰으며, 다수의 주요 선진국에서 석탄 사용량도 줄어든다. 이 중 어느 것도 처음부터 보장된 결과는 아니었다. 시스템이 바뀌기까지는 50년에 걸친 정책적 지원과 시행착오, 그리고 끈질긴 노력이 필요했다. 이제 이러한 변화는 스스로 강화되는 양상을 보이고 있다. 전 세계 에너지 시스템은 긍정적 티핑 포인트를 지나 가속화 단계에 접어들었으며, 재생에너지 기술이 화석연료를 대체하는 속도는 불과 10년 전만 해도 많은 사람들이 예상하지 못했던 수준에 이르고 있다.

그 지점에 이르는 과정은 순탄하지 않았고, 앞으로의 과정 역시 그럴 것이다. 전환의 모든 단계마다 기득권을 위협받는 산업계와 정치적 이해관계자들의 저항이 뒤따랐다. 최근 몇 년 사이 일부 지역에서는 이러한 저항이 한층 더 거세졌다. 하지만 이러한 반발 역시 전환 과정에서 나타나는 자연스러운 현상이며, 변화가 무시할 수 없을 만큼 영향력이 커졌다는 신호이기도 하다. 이 단계를 넘어서려면 회복탄력성과 유연함, 그리고 계속해서 나아가려는 단단한 의지가 필요하다.

생물다양성 손실을 초래하는 시스템도 전환할 수 있다.

앞서 살펴본 회복 사례들은 실제로 일어난 변화이며, 중요한 의미를 지닌다. 그러나 이러한 성과는 생물다양성 손실을 이끄는 훨씬 더 큰 힘의 작용 속에서 일어나고 있으며, 이 힘은 특정 생물종이나 지역의 범위를 넘어선다. 현재 생물다양성 손실의 대부분은 세 가지 시스템에서 비롯된다.

첫째, 에너지 생산 및 소비 방식이다. 주거, 운송, 산업에 전력을 공급하기 위해 석탄, 석유, 가스를 태우는 과정에서 기후변화를 유발하는 온실가스 배출량의 약 4분의 3이 발생한다. 기후변화는 이제 지구상의 모든 생태계에서 생물다양성 손실을 초래하는 주요 요인이 되었다.

둘째, 식량 생산 및 소비 방식이다. 농업은 서식지 손실과 훼손의 가장 큰 원인이며 생물다양성 감소의 주된 요인이다. 또한 온실가스의 주요 배출원이면서, 식단 관련 질병 증가에도 점점 더 많은 영향을 미치고 있다. 지구시스템이 안전하게 작동할 수 있는 조건을 정의하는 9개의 과학적 지구위험한계선(planetary boundaries) 중 지구는 이미 5개를 넘어섰으며, 이러한 압력의 대부분은 식량 시스템에서 비롯된다. 식량 시스템은 식량을 공급해야 할 사람들에게도 제대로 기능하지 못하고 있다. 전 세계적으로 6억 7,300만 명이 영양결핍 상태이며, 10억 명 이상이 비만에 시달리고 있다.

셋째, 금융 시스템이다. 자본 배분, 즉 어떤 산업에 투자를 할지 결정하는 것은 어떤 활동이 성장하고 축소될지를 좌우한다. 2023년에는 미화 약 7조 3,000억 달러가 자연을 훼손하는 활동으로 흘러 들어간 반면, 자연을 보호하거나 복원하는 활동에 쓰인 돈은 미화 2,200억 달러에 불과했다. 이러한 자금 흐름의 비율이 바뀌지 않는 한, 생물다양성 손실의 근본적인 원인에 대한 자금 지원은 계속될 것이다.

보전활동만으로는 이 세 가지 시스템이 초래하는 생물다양성 손실을 되돌릴 수 없다. 그러나 호랑이, 참다랑어, 코끼리, 바다거북의 회복을 이끌어 낸 것과 같은 희망, 즉 명확한 목표와 이를 달성하기 위한 신뢰할 수 있는 경로, 주체성, 회복탄력성을 바탕으로 한 집단적 희망은 시스템 자체를 변화시키는 원동력이 될 수 있다. 복잡한 시스템에 전략적이고 집중적인 노력을 적절한 방식으로 지속해서 기울이면, 시스템의 변화는 더디고 합의가 어려운 상태에서 빠르고 자기 강화적인 변화로 전환될 수 있다. 과학자들은 이러한 전환을 ‘긍정적 티핑 포인트(positive tipping point)’라고 부른다.



에너지 전환의 모든 단계마다 기득권을 위협받는 산업계와 정치적 이해관계자들의 저항이 뒤따랐다.



눈에 보이는 성과가 아직 드러나지 않아 진전이 더디게 느껴질 수 있다. 그러나 바로 이 시기에 변화의 가속화를 위한 기반이 마련되며, 지속적인 관심과 노력이 무엇보다 중요하다.

식량과 금융 시스템은 아직 더 초기 단계에 있다. 과학자들이 이 ‘여건 조성 단계(enabling phase)’라고 부르는 시기로, 이 단계에서는 다양한 아이디어를 시험하고, 정책을 수립하며, 협력 체계를 구축한다. 눈에 보이는 성과가 아직 드러나지 않아 진전이 더디게 느껴질 수 있다. 그러나 바로 이 시기에 변화의 가속화를 위한 기반이 마련되며, 지속적인 관심과 노력이 무엇보다 중요하다.

이러한 시스템의 전환을 촉진할 핵심 수단은 이미 알려져 있다. 식량 분야에서는 ‘네이처 포지티브(nature-positive)’ 방식의 식량 생산, 건강하고 지속가능한 식단, 식량 손실 및 폐기 감축이 필요하다. 금융 분야는 규제 불확실성을 해소하고, 금융기관들이 자연·기후 관련 위험을 실질적인 재무 위험으로 평가하도록 의무화하며, 자연을 해치는 활동에 대한 자금 지원을 중단하고, 연간 미화 약 9,420억 달러에 달하는 생물다양성 자원 격차(biodiversity finance gap)를 좁히는 것이 핵심이다. 이를 위해 새로운 기술이 필요한 것은 아니다. 필요한 것은 당장의 성과가 보이지 않는 지난한 과정 속에서도 결단을 내리고 이를 끝까지 밀고 나가는 끈기와 집념이다.

잘못된 방향으로 흐르고 있는 현재의 거대한 자금 흐름은 역설적으로 변화할 수 있는 여지가 그만큼 크다는 것을 보여준다. 전 세계적으로 매년 미화 약 4,700억 달러가 환경을 훼손하는 농업 보조금으로 투입되고 있고, 미화 약 7조 달러가 화석연료에 지원되고 있다. 이러한 자금 흐름의 일부만이라도 전환한다면, 시스템 전환의 속도와 방향을 좌우하는 경제적 구조를 바꿀 수 있다.

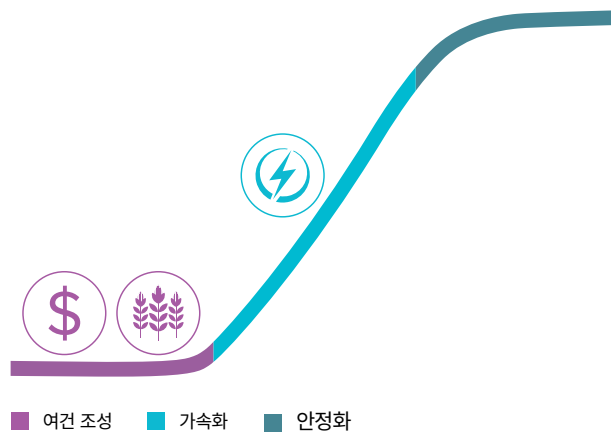


그림 ES.2 티핑 역학의 변화 단계(S-곡선): 긍정적 티핑 역학은 S-곡선을 따라 여건 조성(enabling), 가속화(accelerating), 안정화(stabilizing)라는 세 단계의 변화를 거친다. 에너지 시스템은 가속화 단계에 있으며, 식량과 금융 시스템은 여건 조성 단계에 있다.

공정성은 전환의 핵심이다.

에너지와 식량, 금융 시스템이 전환되면 비용, 혜택, 일자리, 정치적 영향력 역시 재분배된다. 이러한 재분배가 어떻게 이루어지는가에 따라 전환의 성패가 결정된다. 생물 다양성 손실로 가장 큰 영향을 받는 사람들과 이를 해결하기 위한 과정에서 가장 큰 영향을 받는 사람들은 대개 동일하며, 이들은 결과에 영향을 미칠 수 있는 힘이 가장 적은 경우가 많다. 여기에는 소규모 농민과 어민, 전환이 필요한 산업에 종사하는 노동자, 식량 및 에너지 가격의 변화를 가장 먼저 체감하는 저소득층 가구, 그리고 전 세계에서 생물다양성이 가장 풍부한 토지와 수역을 지켜온 토착민과 지역사회가 포함된다.

이러한 지역 공동체를 과정의 마지막 단계에서 의견을 묻는 이해관계자로서만 여겨서는 안 된다. 이들의 참여는 그 과정이 제대로 작동할 수 있는지를 좌우하는 핵심 요소다. 전 세계의 사례가 이를 분명하게 보여준다. 토착민과 지역사회가 자신들의 권리를 법적으로 인정받고, 자신들이 관리하는 토지와 수역에 대해 실질적인 권한을 가질 때 보전 성과는 훨씬 더 높게 나타났다. 토착민이 관리하는 지역에서는 산림 손실이 현저하게 낮았으며, 어업 지역 역시 지역 어민들이 보호 조치의 설계와 집행에 참여할 때 수산자원이 더 빠르게 회복됐다. 자연을 가장 가까이에서 지켜온 사람들이 의사결정에 참여할 때, 보전의 성과는 더 오래 지속되는 경향을 보인다.

이러한 논리는 더 광범위한 전환에도 적용된다. 화석연료에 생계를 의존하는 노동자들에게는 막연한 약속이 아니라, 재교육과 사회안전망, 해당 지역에 대한 투자 등 새로운 일자리로 이어질 수 있는 실질적인 도움이 필요하다. 네이처 포지티브 생산 방식으로 전환하는 농민들에게는 금융과 기술 지원과 함께, 생산한 농산물을 위한 판로가 보장되어야 한다. 소비 발자국이 큰 부유한 국가들은 자국 내에서 발생하는 환경 영향뿐만 아니라, 자국에 상품을 수출하는 국가에서 자신들의 소비로 인해 발생하는 환경 피해에 대해서도 책임을 져야 한다. 그리고 새로운 산업과 일자리, 투자로 인한 혜택은 변화에 따라 부담을 가장 크게 받는 지역과 사람들에게 돌아가야 한다.

전환의 혜택이 상위의 소수에게 집중되고 대가는 하위 계층에게 전가되면 변화에 대한 대중의 지지는 무너지게 된다. 전환의 과정에서 소외된 사람들은 결국 우리가 바꿔야 할 기존 시스템을 지키는 편에 서게 되는 경우가 많다. 이 과정에서 공정성을 어떻게 확보하느냐에 따라 전환이 장기적으로 유지될 수도, 압력 속에서 무너질 수도 있다.



자연을 가장 가까이에서 지켜온 사람들이 의사결정에 참여할 때, 보전의 성과는 더 오래 지속되는 경향을 보인다.

2030년을 향한 전 사회적 접근

2022년, 전 세계 거의 모든 국가는 2030년까지 생물다양성 손실을 멈추고 회복세로 전환해, 2050년까지 자연과 조화롭게 살아가는 세상으로 나아가기 위한 공동 계획에 합의했다. 이 계획이 바로 쿤밍-몬트리올 글로벌 생물다양성 프레임워크(Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework, GBF)로, 자연보전을 위해 역대 가장 긴밀한 국제적 공조를 바탕으로 마련된 공약이다. GBF는 명확한 목표와 협력의 틀을 제시하지만, 현재 실행 중인 조치들은 아직 그 약속을 이행하는 데 필요한 규모에 미치지 못하고 있다. 이러한 상황을 바꾸기 위해서는 세 가지 변화가 필요하다.

첫째, 각국은 정치적 편의에 맞춘 목표가 아니라, 자국이 전 세계에 미치는 실제 영향의 규모에 부합하는 공약을 수립해야 한다. 한 국가의 소비가 다른 지역의 산림 파괴, 수자원 고갈, 생물종 손실을 초래한다면 그 영향에 대한 책임을 져야 한다. 반대로 세계적으로 생물다양성이 풍부한 지역을 보유한 국가는 자신들이 지켜온 자연이 지닌 전 지구적 가치에 걸맞은 자원과 지원을 받아야 한다.

둘째, 정부는 정부만이 사용할 수 있는 정책 수단을 적극 활용해 긍정적 티핑 포인트가 가능해지는 여건을 조성해야 한다. 대부분의 경제 주체는 정부 정책이 제공하는 확실성 없이는 필요한 속도로 움직이기 어렵다. 금융이 대표적인 사례다. 한 은행이 자연을 훼손하는 활동에 대한 자금 지원을 중단하면, 그렇게 하지 않은 경쟁사에 고객과 사업 기회를 빼앗길 수 있다. 이러한 선도자 불이익(first-mover penalty) 때문에 금융 업계 전체가 기존의 자금 흐름을 유지하게 된다. 정부와 중앙은행, 금융 감독기관이 모든 금융기관에 대출과 투자가 자연과 기후에 미치는 영향을 평가하고 공시하도록 요구하면, 이러한 불이익은 사라지고 자본은 대규모로 지속가능한 활동으로 이동하기 시작할 수 있다. 에너지와 식량 분야도 마찬가지다. 보조금 개편, 의무 공시, 공공조달, 조세 정책, 명확한 장기 규제 등이 정부가 여건 조성 단계를 가속화 단계로 전환하는 데 활용할 수 있는 수단이다. 이러한 정책적 기반이 없다면 아무리 의지가 강한 기업과 투자자, 공동체도 필요한 속도로 움직일 수 없다.

정부만으로는 전환을 이뤄낼 수 없다. 전 사회적 접근(a whole-of-society approach)이란, 결과에 영향을 미칠 수 있는 모든 주체가 자신이 가진 수단을 활용하는 것을 의미한다. 기업은 생산하는 제품과 방식을 바꾼다. 투자자는 투자하는 곳을 바꾼다. 지방정부는 대다수의 사람들이 살아가는 도시와 지역의 변화를 이끈다. 시민사회단체는 변화를 촉구하고, 기관의 책임을 묻고, 변화를 위한 사회적 지지를 형성한다. 토착민과 지역공동체는 자신들이 지켜온 토지와 수역에 대한 권한을 행사한다. 가장 지속적인 변화는 어려운 상황에서도 이러한 다양한 주체의 노력과 기여를 하나로 묶어내는 연대에서 나온다.

모든 조치가 반드시 전 세계 모든 정부를 거쳐 실행되어야 하는 것은 아니며, 일부는 다자간 합의를 기다릴 시간이 없을 것이다. 국제적 논의가 사안의 시급성에 맞는 속도로 진행되지 못할 때, 일부 국가가 연대해 행동하면서 의미 있는 변화를 만들어내고 있다. 브라질, 콩고민주공화국, 인도네시아가 유럽의 파트너들과 함께 산림을 보전하는 국가와 지역공동체에게 매년 보상을 제공하는 ‘열대우림 영구기금(Tropical Forest Forever Facility)’이 그 사례 중 하나다. 화석연료로부터의 전환을 약속한 국가들의 ‘산타 마르타 회의(Santa Marta gathering)’도 예로 들 수 있다. 이러한 국가 간 연대는 글로벌 생물다양성 프레임워크를 대체하는 것이 아니라 이를 보완하는 역할을 한다. 이를 통해 뜻을 같이하는 국가들은 국제적 논의가 이루어지기 전에도 과학이 요구하는 속도로 행동할 수 있다.

셋째, 이행 경과를 독립적이고 투명하게 추적해야 한다. 각국과 여러 주체들이 실제로 무엇을 하고 있는지, 무엇이 효과가 있는지, 어디에서 막혀 있는지를 파악할 수 있는 명확하고 신뢰할 만한 방법이 없다면, 공약은 흐지부지되고 추진력은 약해지며, 경험을 통해 배우고 수정할 수 있는 기회마저 사라지게 된다.

국제적 논의가 사안의 시급성에 맞는 속도로 진행되지 못할 때, 일부 국가가 연대해 행동하면서 의미 있는 변화를 만들어내고 있다.





2030년이라는 시급성

생물다양성 손실을 막고 회복하기 위해 필요한 정보와 기술, 자원과 제도적 기반은 이미 갖춰져 있으며, 세계 곳곳에서 행동에 나서기 시작했다. 지금 부족한 것은 시간이다. 글로벌 생물다양성 프레임워크에서 합의된 목표는 2030년을 기준으로 삼고 있다. 2030년까지 전 세계는 생물다양성 손실을 멈추고 회복세로 반전시키며, 자연의 훼손을 초래하는 시스템을 전환하는 데 있어 실질적인 진전을 이루기로 약속했다. 에너지 시스템은 이미 긍정적 티핑 포인트를 넘어 가속화 단계에 들어섰다. 그러나 식량과 금융 시스템은 여전히 여건 조성 단계에 머물러 있으며, 2030년 목표를 달성하려면 이번 10년 안에 각각의 티핑 포인트에 도달해야 한다. 여건 조성 단계에서 티핑 포인트에 도달하지 못한 채 1년이 지날 때마다, 변화가 확산되고 안정화된 후 훼손된 자연의 복원을 시작할 수 있는 시간은 그만큼 줄어든다.

향후 몇 년간의 핵심 과제는 이러한 티핑 포인트를 촉발하는 것이며, 이를 위한 방법은 이미 알려져 있다. 환경 훼손을 초래하는 보조금의 용도를 재조정하고, 금융기관이 자사의 활동이 자연에 미치는 영향을 공개하도록 하며, 생태계를 보호하는 방식으로 생산된 식량에 안정적인 수요가 형성되도록 공공조달을 활용할 수 있다. 또한 기업과 투자자가 확신을 갖고 투자할 수 있도록 강력한 정책 신호를 마련하고, 국제적 합의보다 앞서 행동할 의지가 있는 국가들의 협력과 연대를 확대하며, 토착민과 지역공동체가 이러한 전환 과정에 실질적인 권한을 갖도록 해야 한다. 이러한 수단 가운데 어느 하나만으로는 충분하지 않다. 이 수단들을 의도적으로 조율해 함께 활용하면, 전환이 필요한 시스템의 경제·정치적 구조와 사회적 수용성을 충분히 빠르게 바꾸어 2030년 전에 변화가 누적되고 증폭되도록 할 수 있다.

이 과정은 순조롭게만 진행되지는 않을 것이다. 좌절을 겪거나, 필요한 변화의 규모에 비해 성과가 너무 작게 느껴지는 시기도 있을 것이다. 보전활동을 이어가는 과정에서 지치고 힘든 순간도 있을 수 있다. 그러나 이 가운데 어느 것도 노력의 실패를 의미하는 것은 아니다. 성공 여부는 변화가 스스로 지속될 수 있는 단계에 이를 때까지 충분히 많은 사람과 기관, 국가가 보전활동에 함께 지속적으로 참여하며 그 노력을 이어가는데 달려있다.

이 보고서에 담긴 생물종의 증가와 회복은 사람들이 결과를 장담할 수 없는 목표, 때로는 자신이 살아 있는 동안 보지 못할 수도 있는 결과를 위해 헌신했기 때문에 가능했다. 지금 에너지와 식량, 금융 시스템에서 필요한 전환 역시 우리에게 같은 결단을 요구한다. 다만 그 규모는 훨씬 더 크고, 주어진 시간은 더 짧다. 다른 미래를 만들 수 있는 기회의 창은 점차 좁아지고 있지만, 여전히 열려 있다. 우리에게서는 목표 달성을 위한 신뢰할 수 있는 경로와 행동할 수 있는 역량, 그리고 노력할 가치가 있는 명확한 목표가 있다. 2030년까지 필요한 것은 우리가 이러한 기반을 실제 행동으로 옮기는 것이다.



커스틴 슈이트
(Kirsten Schuijt)

WWF-International 사무총장

희망의 메시지

우리 앞에는 중요한 기회가 놓여 있다. 오늘 우리가 올바른 선택을 한다면 사람과 자연이 함께 번영하는 미래를 만들 수 있다. 다만 그 미래를 실현하려면 지금까지 경험한 적 없는 규모와 속도로 전환을 이루어야 한다.

2026 지구생명보고서가 제시하는 과학적 근거는 명확하다. 그동안 경제 성장을 이끌어 온 시스템이 전례 없는 속도로 자연을 훼손하고 있다. 이 흐름을 멈추고 반전시키려면, 에너지와 식량을 생산하는 방식에서부터 자금을 조달하는 방식에 이르기까지 시스템 전반의 전환이 필요하다. 이 전환은 과감해야 하며, 동시에 글로벌 시스템을 공정하고 공평하며 포용적인 방식으로 재편해야 한다.

지속적인 변화는 결코 어느 한 주체의 노력만으로 이루어지지 않는다. 기업과 금융기관, 토착민과 지역공동체, 시민사회, 정부, 그리고 개인 모두가 각자의 역할을 해야 한다. 이러한 노력이 같은 방향을 향해 오랜 시간 지속될 때 변화는 정착된다. 수년간 이어져 온 공동의 노력 위에 변화가 더해지며, 이미 시작된 변화의 흐름에 더욱 힘을 실어줄 수 있다.

바로 이 지점에서 희망은 변화를 이끄는 강력한 동력이 된다. 2026 지구생명보고서가 보여주듯, 우리는 이미 생물종의 회복과 에너지 시스템의 전환을 통해 희망이 변화를 이끌 수 있음을 확인했다. 이제 우리는 그 추진력을 이어받아 한층 더 멀리 확장해야 하며, 우리가 마주한 과제의 규모에 걸맞은 야심찬 목표를 세워야 한다.

압력에서 진전으로

티핑 포인트는 흔히 갑작스러운 변화의 순간으로 묘사된다. 그러나 실제로는 눈에 잘 띄지 않는 곳에서 오랜 시간 축적된 압력이 임계점을 넘어서면서 나타나는 결과다.

변화의 진전 역시 비슷한 과정을 따른다. 끈기와 협력, 반복되는 선택을 통해 서서히 형태를 갖추다가, 한때 불확실해 보이던 것이 어느 순간 명확한 목표를 가지고 빠른 속도로 움직이기 시작한다.

생물다양성 손실과 기후변화를 초래하는 압력은 여전히 크다. 서식지 손실과 훼손, 과도한 자원 이용, 기후변화는 우리가 에너지를 생산하고 식량을 재배하며 경제에 자금을 조달하는 방식에 의해 심화되면서 계속해서 생물종을 위협하고 있다. 이러한 요인들은 우리가 의존하는 자연 시스템을 한계로 몰아붙이는 압력으로 작용하고 있다.

하지만 이것이 전부는 아니다. 이러한 압력과 함께 가능성을 가리키는 또 다른 흐름도 나타나고 있다.

호랑이와 참다랑어, 푸른바다거북 같은 상징적인 생물종의 회복은 장기간에 걸친 지속적이고 조율된 노력이 무엇을 이뤄낼 수 있는지를 보여준다. 그러나 장기적인 성공은 생물다양성 손실을 초래하는 시스템 자체를 전환해 그 근본 원인을 해결하는 데 달려 있다.

고무적인 것은 변화가 이미 시작되었다는 점이다. 아직 모든 곳에서 필요한 규모로 이루어지고 있는 것은 아니지만, 변화가 가능하다는 것을 보여주기에 충분하다.

에너지 분야에서는 불과 10년 전만 해도 먼 미래의 일처럼 여겨졌던 전환이 이제 가속화되고 있다. 태양광은 대부분의 국가에서 가장 저렴한 신규 전력 생산원이 되었고, 2024년 전 세계 신차 판매의 4분의 1을 전기차가 차지했다.

이러한 변화는 성과가 본격적으로 나타나기 훨씬 전부터 수십 년에 걸쳐 이어져 온 정책과 혁신, 협력의 결과다. 이러한 흐름을 국경과 산업, 지역공동체를 넘어 확산시키는 것이 지금 필요한 전환이며, 이를 통해 한 곳에서의 행동이 다른 곳에서의 행동을 이끌어낼 수 있도록 해야 한다.

변화는 이미 시작되었지만, 그 방향은 아직 정해지지 않았다. 초기의 성과가 더 지속적인 진전으로 이어질지는 지금 우리가 어떤 선택을 하는지, 그리고 그 선택을 얼마나 빠르게 실행에 옮기는지에 달려 있다.

우리에게는 지식과 수단, 그리고 변화로 나아갈 경로가 있다. 지금 우리에게 가장 필요한 것은 함께 행동하겠다는 우리 모두의 의지다.



박민혜

한국WWF 사무총장

위기를 넘어 희망으로

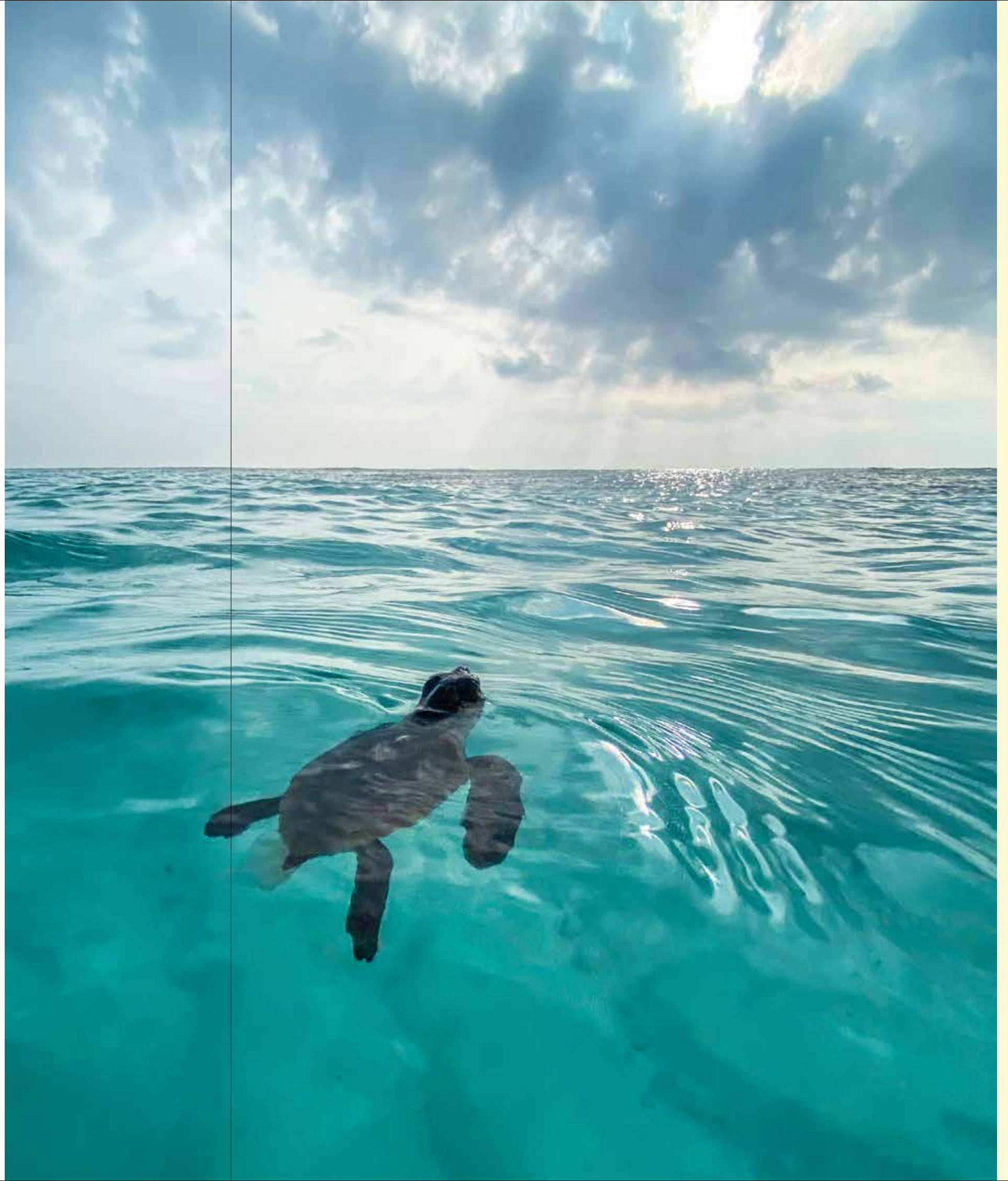
자연이 보내는 경고는 그 어느 때보다 분명하다. 기후변화로 인한 극한기상과 기후재난이 일상 이 되고, 생물다양성 감소와 생태계 훼손은 더 빠르게 진행되고 있다. 2026 지구생명보고서에 따르면 지난 50여 년간 전 세계 야생동물 개체군의 규모는 평균 73% 감소했다. 자연의 위기는 이제 우리의 삶과 경제, 그리고 미래의 지속가능성을 직접적으로 위협하는 현실이 되었다.

그러나 이번 지구생명보고서가 전하는 메시지는 단순한 경고에 머물지 않는다. 위기를 넘어 희망 에 주목한다. 여기서 희망은 막연한 낙관이 아니다. 과학적 데이터와 실제 사례가 보여주는 변화 의 가능성이자, 이를 행동으로 이어가는 힘이다. 보고서에 소개된 호랑이, 푸른바다거북, 남부 아 프리카 코끼리 등 지속적인 보전 노력으로 나타난 긍정적인 변화는, 자연의 회복이 가능하며 우 리의 행동이 그 변화를 만들어낼 수 있음을 보여준다.

변화의 가능성은 이미 우리 가까운 곳에서도 나타나고 있다. 한때 전 세계적으로 400여 마리 수 준까지 감소하며 멸종위기에 놓였던 저어새는 번식지 보호와 국제 협력을 통해 개체 수를 크게 회복했고, 최근에는 국제자연보전연맹(IUCN) 적색목록 등급이 위기(EN)에서 취약(VU)으로 조 정되었다. 저어새의 회복은 한 종을 지켜낸 것 이상의 의미를 갖는다. 저어새가 살아가는 갯벌과 습지는 다양한 생물의 서식지이자, 어업과 지역 주민의 삶을 지탱하고 기후변화와 재해의 영향을 줄이는 중요한 자연 기반이기 때문이다. 이제 중요한 것은 이러한 변화를 개별적인 보전 성과에 그치게 하지 않고 우리 사회와 경제 전반의 변화로 확장하는 것이다.

특히 올해 열리는 제17차 유엔 생물다양성협약 당사국총회(CBD COP17)는 중요한 이정표가 될 것이다. 국제사회는 쿤밍-몬트리올 글로벌 생물다양성 프레임워크(KMGBF)의 첫 번째 글로벌 이 행 점검을 통해 2030년 목표 달성에 무엇이 부족하며, 앞으로 어떤 변화에 더욱 과감하게 나서야 하는지 확인하게 된다.

한국도 이 변화에서 중요한 역할을 해야 한다. 우리가 무엇을 소비하고 어디에 투자하며 어떤 정 책을 선택하느냐에 따라 국내뿐 아니라 세계의 자연도 영향을 받기 때문이다. 자연을 지키는 일 은 정부나 환경단체, 전문가만의 몫이 아니다. 기업과 시민을 포함한 우리 사회 모두가 함께 만들 어가야 할 변화이다. 자연은 다시 회복될 수 있다. 이제 필요한 것은 그 가능성을 믿는 데서 그치 지 않고, 우리 모두의 선택과 행동으로 실제 변화를 만들어가는 일이다.



제1장

생물다양성 변화의 측정

생물다양성은 무엇이며, 왜 중요한가?

우리 지구는 상상하기 어려울 만큼 다양한 생명체의 보금자리이며, 이들은 경이로울 정도로 긴밀하게 서로 연결되어 있다. 이러한 모든 생물의 다양성과 이들 간의 생태적 상호작용을 통틀어 생물다양성(biodiversity)이라고 한다.

지구상의 다른 모든 생물종과 마찬가지로 인간 역시 생물다양성, 즉 자연에 의존한다. 자연은 우리에게 식량과 물, 깨끗한 공기를 제공한다. 생물다양성은 영양분을 순환시키고 기후를 조절한다. 폭풍으로부터 해안가를 보호하고, 홍수를 완화하며, 토양 침식을 막는다. 비옥한 토양, 수분과 해충 방제부터 아스피린, 페니실린, 새로운 암 치료제까지 모든 것이 생물다양성에 기반하고 있다. 정신적 회복과 문화적 뿌리, 우리의 생계, 웰빙, 번영, 영성 그리고 세상을 이해하는 방식까지 - 생물다양성이 이 모든 것을 뒷받침하고 있다.¹

박스 1.1 생물다양성 분류



유전적 다양성: 유전적 다양성은 식물, 동물, 미생물에 존재하는 유전자와 대립유전자, 유전형질의 변이를 가리키며, 이를 통해 개체군이나 생물종은 변화하는 환경이나 새로운 위협에 적응할 수 있다. 유전적 다양성을 보존하는 것은 생태계가 변화에 대한 회복력을 유지하도록 돕고, 미래의 변화에 대응할 수 있는 고유하고 귀중한 유전 정보의 저장고를 보존하는 데 기여한다.



종 다양성: 종 다양성은 한 지역에 존재하는 서로 다른 생물종의 다양성과 풍부도를 의미한다. 여기에는 생물종의 수를 나타내는 종 풍부도(richness)와 각 생물종의 상대적인 개체수를 나타내는 종 균등도(evenness)가 모두 포함된다. 종 다양성이 높다는 것은 일반적으로 독특한 생명체로 가득한 건강하고 회복탄력성 있는 시스템을 의미한다. 생물종이 멸종하고 다양성이 감소하면 생태적 상호작용이 단절되고 시스템의 안정성도 떨어지게 된다.



개체군 다양성: 개체군 다양성은 동일한 생물종의 개체군 내에서, 그리고 개체군 간에 나타나는 개체, 형질, 행동, 유전적 구성의 변이와 분포를 의미한다. 개체군 다양성을 유지하면 생물종이 미래의 기후변화와 새로운 질병, 달라진 서식 환경 속에서도 생존할 수 있도록 하는 지역 적응력을 보존할 수 있다. 야생동물 개체군 내 개체수를 관찰하는 것은 해당 개체군의 전반적인 건강 상태와 서식 환경 전반의 상태를 파악하는 데 유용한 지표가 될 수 있다.



생태계 다양성: 생태계 다양성은 숲과 초원에서부터 토양, 습지, 강, 호수, 산호초에 이르기까지 한 지역 내에 존재하는 생태계 유형의 다양성을 뜻한다. 생태계 다양성은 다양한 생물종과 생태적 과정이 유지될 수 있도록 하는 구조적·기능적 복잡성을 반영하며, 생태계의 회복탄력성과 생산성을 높인다. 각 생태계 유형은 생명이 구성되고 유지되는, 고유하고 대체 불가능한 방식을 보여준다. 생태계 다양성이 감소하면 그 생태계가 제공하는 기능과 서비스도 함께 줄어든다.



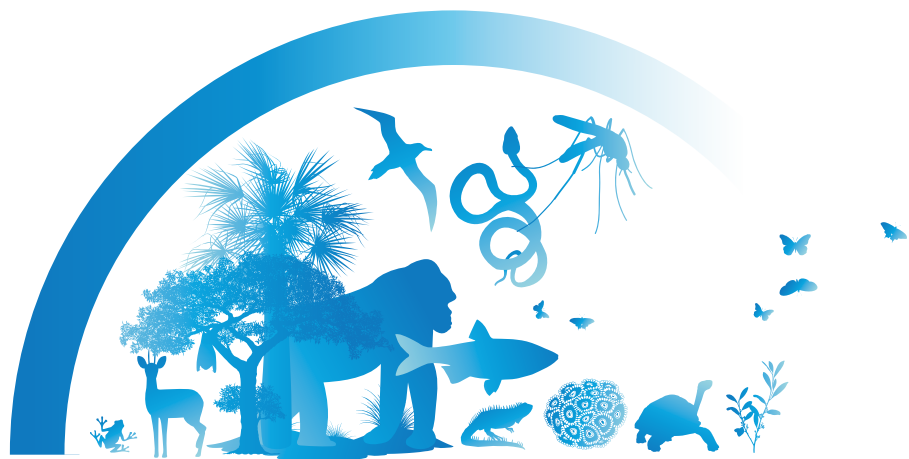
기능적 다양성: 기능적 다양성은 생태계 기능에 영향을 미치는 생물의 역할과 행동, 형질의 범위를 말한다. 수분, 영양순환, 분해와 같은 과정을 통해 토양을 비옥하게 하고 물을 깨끗하게 유지하며 생태계의 생산성을 높이는 데 기여한다.



생태계 서비스: 깨끗한 공기와 물, 수분, 탄소 흡수·저장 등 인간이 자연으로부터 얻는 혜택을 말한다.



생물다양성을 포함한 자연의 다양한 측면은 서로 함께 작용하여 회복력 있는 생명 시스템을 만들고, 인간이 의존하는 생명 유지 기반을 강화한다(박스 1.1). 이러한 기반이 훼손되거나 파괴되면 생태계가 갑작스러운 충격에서 회복할 수 있는 능력이 떨어지고, 이는 인간의 건강, 식량안보, 경제에 영향을 미친다.² 반대로 자연을 보호하고 회복하기 위한 구체적인 행동은 생명 시스템의 회복탄력성을 높여 인간의 안전을 증진시킨다.³



2026 지구생명지수: 무엇을 측정하는가?

지구생명지수(Living Planet Index, LPI)는 시간 경과에 따른 야생 척추동물종 개체군 규모의 평균적인 변화를 측정한다(박스 1.2). 이러한 개체군은 대형 조류 번식 군락이나 박쥐 번식 집단처럼 수천 마리의 동물을 포함할 수도 있고, 단 몇 마리의 개체로만 이루어질 수도 있다. 예를 들어 호랑이나 북극곰 같은 대형 포식자는 자연적으로 개체 밀도가 낮다.⁴ 어떤 경우든 LPI는 절대적인 개체수가 아니라 서로 다른 개체군의 상대적 풍부도 변화를 추적한다. 2만 마리에서 1만 마리로 줄어든 개체군과 200마리에서 100마리로 줄어든 개체군은 후자의 감소 개체수가 훨씬 적음에도 불구하고 둘 다 50% 감소한 것으로 계산된다.⁵ 이를 통해 서로 다른 개체군의 데이터를 비교하고 하나의 지수로 통합하여 전반적인 추세를 추적할 수 있다. 이번 지구생명보고서(Living Planet Report, LPR)의 기술 부록에는 전체 데이터 요약과 LPI 산출 과정이 담겨 있으며, 지수를 산출할 때마다 실시되는 민감도 검증을 확인할 수 있다. 2026 LPR 기술 부록은 www.livingplanetindex.org에서 확인할 수 있다.⁵

상대적 풍부도 변화를 측정하는 것은 보전에서 매우 중요하다. 이를 통해 어떤 생물종 그룹이 가장 큰 위협에 직면해 있는지 파악하고, 생태계 훼손에 대한 조기 경보 신호를 얻을 수 있다. 이는 생물종 손실을 막는 행동을 촉진하고, 물 공급과 기후 안정화, 수분작용 등 자연이 인간에게 제공하는 다양한 혜택을 보호하는 데 기여할 수 있다.

최신 글로벌 지구생명지수에 따르면, 1970년에서 2022년까지 전체 지수는 73.2%(범위: -78% ~ -67%) 감소했으며, 이는 연평균 2.5% 감소에 해당한다. 이 값은 5,790종의 척추동물종에 속하는 35,803개 개체군을 대상으로 산출되었으며, 이전 보고서보다 약 300종이 추가된 규모이다(그림 1.1). 이는 지난 50여 년 동안 LPI에 포함된 관찰 대상 야생동물 개체군의 규모가 평균적으로 73% 감소했음을 의미한다. 전체적인 추세는 감소세를 보이지만, LPI에 포함된 개체군 중 50%는 감소하고 있으며 나머지는 안정적이거나 증가하는 추세를 보인다. 기술 부록에서는 여러 생물종과 지역에 따라 증가하거나 감소하는 다양한 추세가 어떻게 종합되어 글로벌 지수의 73% 감소로 나타나는지를 설명한다.

박스 1.2 LPI가 보여주는 것과 보여주지 않는 것

LPI는 시간 경과에 따라 관찰된 5,790종의 척추동물종(양서류, 조류, 어류, 포유류, 파충류)에 속하는 35,803개 개체군 규모의 변화를 측정한다. 최신 LPI는 73% (73.2%) 감소를 보인다. 이는 조사 대상 개체군 규모가 1970년에서 2022년 사이 평균 73% 감소했다는 것을 의미한다.

이는 오늘날 야생동물의 총 개체수가 1970년보다 73% 적다는 뜻은 아니다. LPI는 동물의 전체 개체수가 아니라 상대적 풍부도 변화를 측정하기 때문이다. 개체수가 적은 소규모 개체군의 변화와 수천 마리에 달하는 대규모 개체군의 변화를 함께 평균하여 산출한다. 또한 전체 생물종이나 개체군의 73%가 감소하고 있다는 의미도 아니다. 실제로 조사 대상 개체군의 약 절반은 안정적이거나 증가하는 추세지만, 글로벌 평균을 산출할 때 다른 지역에서 나타나는 감소 폭이 더 크기 때문에 이러한 증가분이 상쇄된다.

2024 지구생명보고서는 73%(72.9%) 감소를 보고했다. 이는 지난 2년 동안 야생동물 개체군의 평균 규모가 안정적으로 유지되었다는 의미가 아니다. 서로 다른 시기, 때로는 기존보다 더 이전 시기까지 포함하는 다양한 개체군에서 얻은 새로운 데이터가 LPI에 지속적으로 추가되기 때문이다. 그 결과 지수는 조금씩 달라지지만 점차 더욱 대표성 있는 지수로 발전하고, 시간에 따른 평균 변화 추정치도 새롭게 수정되는 것이다. 2024 지구생명보고서와 비교하면 이번 데이터셋에는 967개 개체군과 295종의 새로운 생물종이 추가되었으며, 669개 개체군의 데이터가 새로 갱신되었다.

대중적으로 잘 알려진 조류나 포유류, 상업적으로 어획되는 어류와 같은 일부 생물종은 다른 종보다 모니터링이 더 활발하게 이루어지고 있다. 수백 년에 걸쳐 생물다양성이 감소해 온 온대 지역의 생물종은 1970년 이후 더 가파른 감소세를 보인 열대 지역의 생물종보다 장기 모니터링 체계에 더 많이 반영되는 경우가 많다. 이러한 편향을 완화하기 위해서는 대표성이 부족한 지역에서 더 많은 데이터를 적극적으로 확보하는 것과 더불어 생물다양성이 더 풍부한 지역과 생물종 그룹의 개체군에 더 큰 가중치를 부여하는 방법을 활용할 수 있다. 이에 대한 자세한 설명은 기술 부록에서 확인할 수 있다.

LPI는 지구 생물다양성의 상태를 나타내는 여러 척도 가운데 하나일 뿐, 생물다양성의 상태를 종합적으로 나타내도록 설계된 지표는 아니다. 그러나 LPI가 보여주는 감소 추세는 다른 지표를 통해서도 확인되며, 신속한 대응이 필요하다는 점을 보여준다.

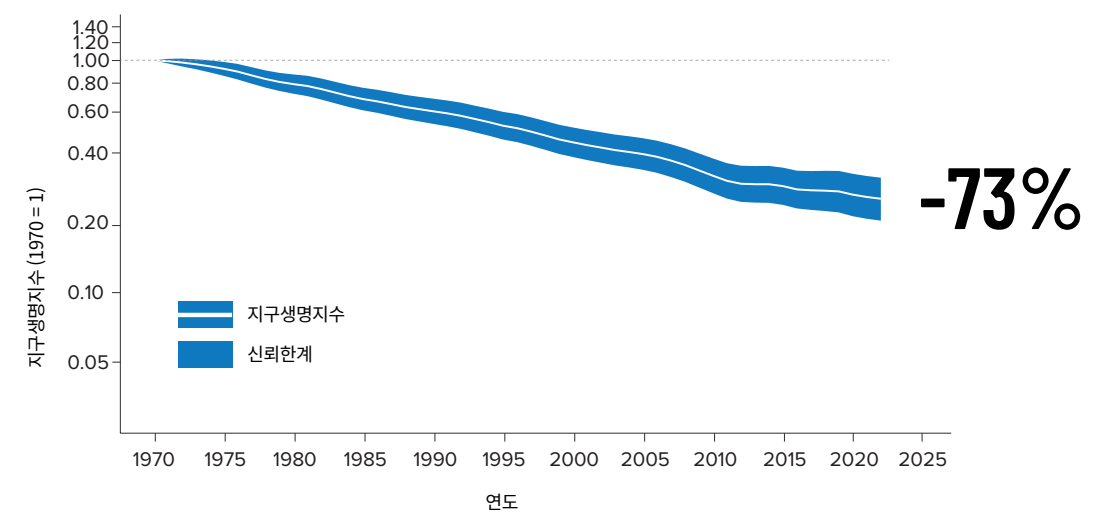


그림 1.1 1970년부터 2022년까지 5,790종의 척추동물종에 속하는 35,803개 관찰 대상 개체군을 바탕으로 산출한 글로벌 지구생명지수(LPI). 흰색 선은 지수 값을 나타내며, 음영 영역은 지수 값의 통계적 불확실성을 나타낸다. 지구생명지수 그래프의 Y축에 로그 스케일(logarithmic scale)을 적용하여 지수의 변화를 보다 정확하게 시각화했다.^{5,6}

글로벌 LPI는 육상, 담수(강과 호수), 해양 생태계에서 생물종의 풍부도 변화를 측정하는 세 가지 지수(그림 1.2)의 평균으로 산출된다. 해양 지수는 52년 동안 59%(범위: -69% ~ -45%) 감소했으며, 연평균 1.7% 감소한 것으로 나타났다. 이는 세 가지 생태계 가운데 가장 완만한 감소세다. 해양 지수에 포함된 생물종 중에서는 어류, 특히 관리되는 수산자원의 비중이 크다. 남획으로 수년간 감소한 이후, 최근에는 더 나은 인센티브, 규제 및 단속, 투명성을 높이는 전자 모니터링·보고 시스템 등이 개체수의 회복과 안정에 기여하고 있으며, 이는 전체적인 감소 폭이 상대적으로 낮게 나타나는 데 반영되었다.^{7,8} 그러나 상어와 가오리를 비롯한 다른 많은 해양 어류는 여전히 가파른 감소세를 보이고 있으며, 이러한 감소는 글로벌 평균에서는 잘 드러나지 않는 경우가 많다.^{9,10}

육상 지수에는 숲과 사막, 초원 등 다양한 육상 생태계에 서식하는 생물종이 포함되며, 글로벌 지수와 비슷한 수준의 추이를 보인다. 69%(범위: -78% ~ -57%) 감소했으며, 연평균 2.3% 감소했다. LPI에 추가된 새로운 데이터 대부분이 이 지수에 반영되었으며, 254종의 새로운 생물종이 포함되었다. 육상 생물다양성 변화의 주요 요인은 자연 서식지의 손실과 훼손이다.¹ 예를 들어 전 세계적으로 산림 파괴 속도는 둔화되었지만 산림 손실은 계속되고 있다. 1990년에서 2020년 사이 약 4억 2,000만 헥타르가 파괴된 것으로 추정되며, 이 가운데 영구적인 농경지로의 전환이 가장 큰 원인이다.^{11,12}

담수 지수는 전체적으로 85%(범위: -90% ~ -77%) 감소했으며, 연평균 감소율은 3.6%다. 담수 생물종은 육상 환경의 변화를 포함해 유역 전반에 걸쳐 다양한 압력에 노출된다. 이에 따라 환경오염과 과도한 포획·채취, 서식지 변화에 이르기까지 광범위한 위협에 직면해 있다. 일부 생물종은 특정 수역에만 서식하기 때문에 새로운 환경 조건에 적응하기 어렵다.¹³ 예를 들어 어류는 댐이나 물길 변경 등 서식지 변화로 인해 위협받는 경우가 많으며, 이러한 변화는 필수적인 이동 경로를 차단할 수 있다.¹⁴ 수력발전 시설은 넓고 복잡한 서식지를 필요로 하는 하마, 수달, 악어류, 대형 거북류 등 다른 대형 담수 동물군에도 영향을 미친다.¹⁵

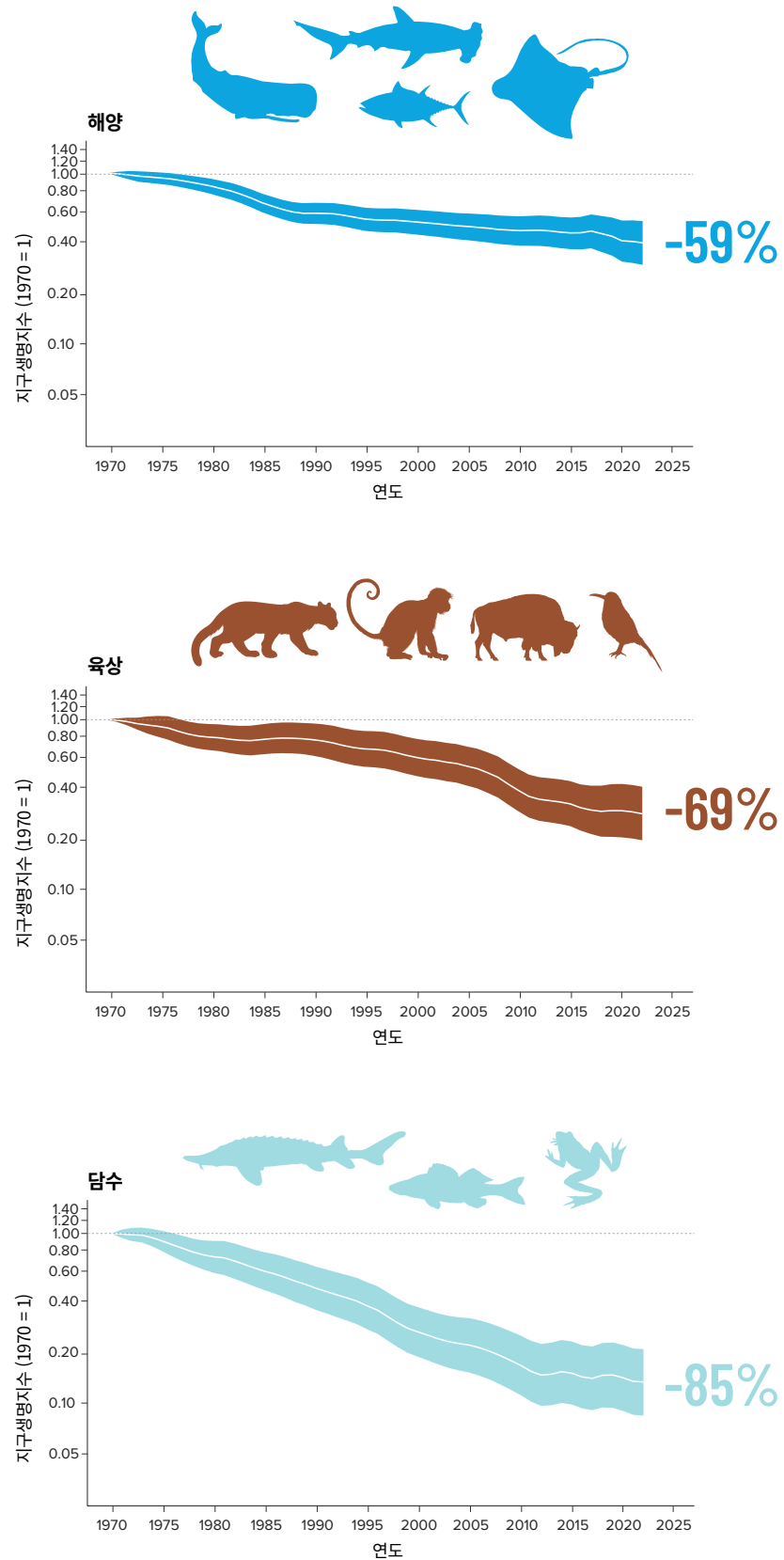


그림 1.2 1970년부터 2022년까지의 생태계 유형별 지구생명지수(LPI). 해양 생물 1,801종의 16,458개 개체군, 육상 생물 2,773종의 12,461개 개체군, 담수 생물 1,510종의 6,884개 개체군을 대상으로 산출했다. 흰색 선은 지수 값을, 음영 영역은 지수 값의 통계적 불확실성을 나타낸다.



생태계 유형에 따라 추세가 다른 것처럼, 지역에 따라서도 추세가 다르게 나타난다. 육상 및 담수 개체군의 추세는 생물다양성과 과학기구(IPBES)의 지역 분류법을 적용해 산출되었다(그림 1.3).¹⁶ 분석을 위해 아메리카 대륙은 북아메리카(캐나다, 미국)와 라틴아메리카 및 카리브해(멕시코, 중앙아메리카, 카리브해 연안 지역, 남아메리카)로 세분되었다. 멕시코는 지리적으로 북아메리카에 속하지만, 환경 변화 양상이 유사한 점을 반영해 여기서는 라틴아메리카 및 카리브해 지역에 포함됐다. 각 지역별 LPI에 포함되는 데이터의 양은 이용 가능한 생물종 모니터링 데이터의 규모에 따라 달라지며, 이는 지역별로 큰 차이가 있다. 각 지수에 포함된 생물종과 개체군의 수는 그림 1.3에 제시했으며, 각 지역의 추세에 대한 더 자세한 내용은 2026 지구생명보고서 기술 부록에서 확인할 수 있다.

지역적 관점에서 본 생물다양성 변화

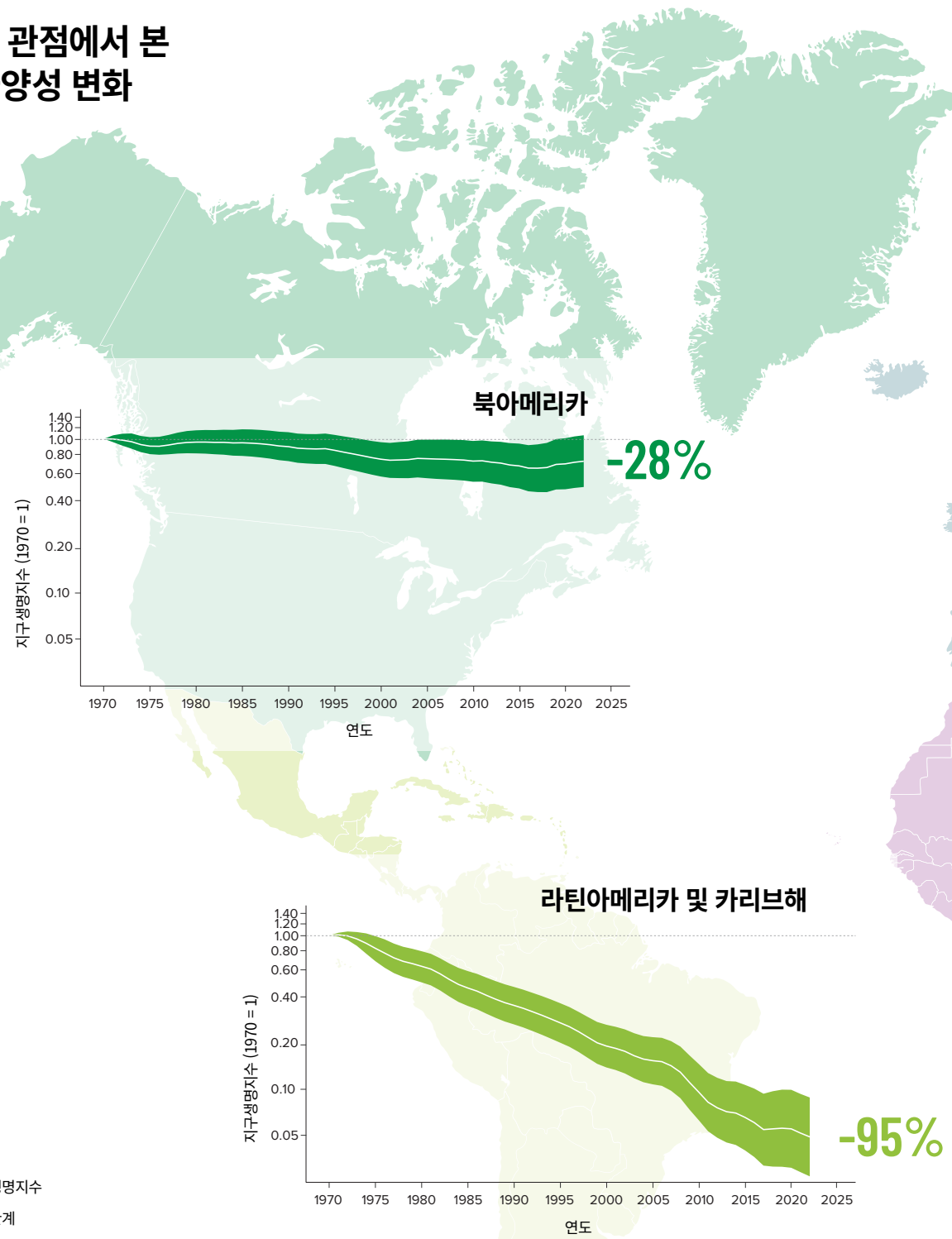
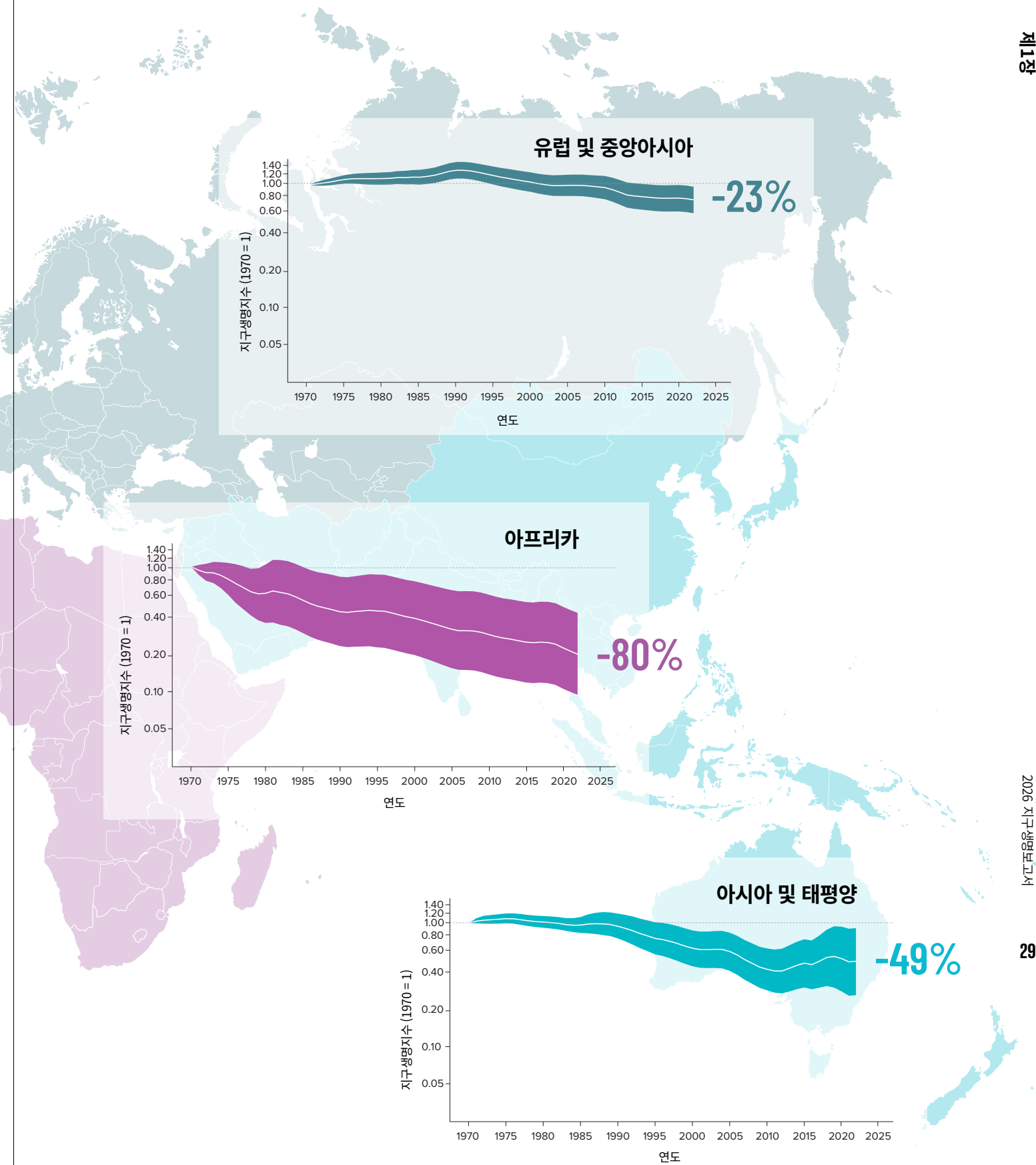


그림 1.3 1970년부터 2022년까지 IPBES 지역별 육상 및 담수 개체군의 지구생명지수(LPI). 북아메리카는 938종의 척추동물 2,454개 개체군, 라틴아메리카·카리브해는 1,405종 4,737개 개체군, 유럽·중앙아시아는 645종 4,868개 개체군, 아시아·태평양은 787종 4,664개 개체군, 아프리카는 759종 2,622개 개체군을 대상으로 산출했다. 흰색 선은 지수 값을, 음영 영역은 지수 값의 통계적 불확실성을 나타낸다. 각 종 그룹의 추세는 각 IPBES 지역에서 서식하는 종의 수를 기준으로 가중치를 적용했다.



LPI 데이터베이스에는 개체군의 추세뿐만 아니라 특정 개체군의 변화를 초래한 요인에 대한 정보도 최대 3개까지 기록되어 있다(박스 1.3, 그림 1.4). IPBES 지역별로 이 데이터를 살펴보면(현재 3,116개 개체군에 대해 확인 가능) 지역별 지수에 어떤 요인이 영향을 미치는지 이해하는 데 도움이 될 수 있다.

박스 1.3 주요 변화 요인

주요 변화 요인은 생태계 유형과 생물종, 개체군에 따라 다르게 나타난다.



서식지 손실/훼손: 한 생물종이 서식하는 환경의 변화를 의미하며, 주요 서식지가 완전히 없어지거나 파편화 또는 질적으로 나빠지는 경우를 의미한다. 일반적인 용도 변화의 원인으로는 농업 확장, 벌목, 운송, 주거용 또는 상업적 개발, 에너지 생산, 광업 등이 있다. 담수 서식지의 경우 강과 하천의 파편화, 취수 등이 보편적인 원인이다.¹⁷ 해양 서식지는 육상에서 이루어지는 연안 개발과 같은 활동뿐만 아니라, 저인망 어업이나 준설작업과 같이 해저 서식지를 훼손할 수 있는 해상 활동으로부터 영향을 받을 수 있다.



과도한 자원 이용: 과도한 자원 이용의 유형에는 직접 또는 간접적인 남획이 있다. 직접 남획은 생계 또는 상업적 목적으로 이루어지는 지속가능하지 않은 사냥이나 밀렵, 채취를 말한다. 간접 남획은 어업의 혼획과 같이 의도하지 않게 목표로 하지 않은 생물종이 희생될 때 발생한다.



기후변화: 기온과 강수 양상이 변화하고, 그에 따라 극한 기상 현상의 강도와 빈도가 증가하면서 일부 생물종은 적합한 기후를 찾아 서식지 변경을 조정하면서 적응해야 한다. 기후변화가 생물종에 미치는 영향은 대개 간접적이다. 기온 변화는 이주나 번식과 같은 계절적 행동을 유발하는 신호를 교란해 생물의 행동과 환경 조건이 맞지 않게 만들 수 있다.¹⁸ 예를 들어 철새는 곤충 먹이가 출현하는 시기에 맞춰 특정 서식지에 도착하도록 진화해 왔을 수 있다. 그러나 기후변화로 곤충의 출현 시기가 앞당겨지면, 철새가 도착했을 때 먹이가 부족한 상황을 맞닥뜨릴 수 있다.¹⁹



침입종: 침입종은 공간과 먹이, 그 밖의 자원을 두고 토착종과 경쟁할 수 있으며, 토착종의 포식자가 될 수도 있다.



환경 오염: 환경 오염은 생물종이 생존하기 어려운 환경을 만들어 생물종에 직접적인 영향을 줄 수 있다. 기름 유출 사고가 이런 경우에 해당한다. 또한 생물종의 먹이나 번식 능력에 영향을 미치는 등 간접적으로 작용하여 시간이 경과하면서 개체군의 규모를 감소시킬 수도 있다.^{20,21}



질병: 야생동물에 해로운 질병은 사람이나 생물종의 이동을 통해 새로운 지역으로 확산될 수 있다. 기후변화, 서식지 훼손 등 다른 위협 요인은 생물종의 질병 취약성을 높일 수 있다.²²

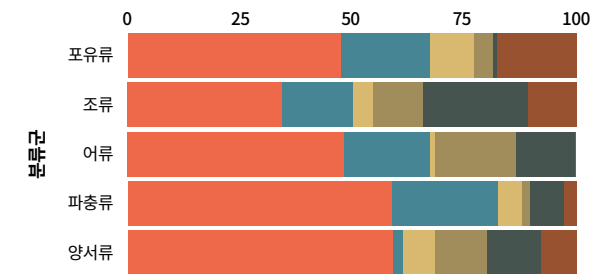


북아메리카 지수는 1970년부터 2022년까지 28%(범위: -51% ~ +5%) 감소했으며, 이는 연간 0.6% 감소에 해당한다(그림 1.3). 이 지역에서는 1970년 이전에 이미 자연이 대규모 영향을 받았으며, 많은 생물종의 개체군이 그 영향으로 낮아진 수준에서 안정되거나 증가하고 있을 가능성이 있다. 이로 인해 감소 추세가 상대적으로 완만하게 나타날 수 있다.²³ 개별 생물종의 보전 성공 사례로는 해달(*Enhydra lutris*), 플로리다의 푸른바다거북(*Chelonia mydas*), 그리고 댐 철거 이후 회복된 연어류 등이 있다.²⁴⁻²⁷

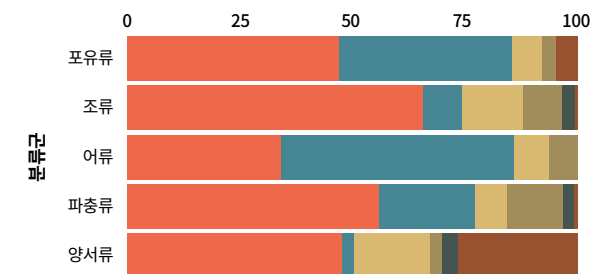
라틴아메리카 및 카리브해 지수는 1970년 이후 모든 지역별 LPI 가운데 가장 빠른 변화율을 보이며, 1970년부터 2022년까지 95%(범위: -97% ~ -91%) 감소했다.(그림 1.3). 이 지역에는 아메리카 대륙에 있는 7개 생물다양성 부국 가운데 6개국이 속해 있으며, 이들 국가는 특히 풍부한 자연과 다양한 고유종을 보유하고 있다. 그러나 초원, 산림, 습지의 전환과 댐 건설, 생물자원의 과도한 이용, 그리고 다른 지역보다 더 두드러지는 기후변화와 질병 등 다양한 위협에 직면하며, 급격한 생물다양성 감소를 겪고 있다. 일부 사례에서는 변화 요인들이 서로 영향을 주기도 한다. 예를 들어 양서류는 기후변화의 영향으로 감염에 더 취약해질 수 있다.²⁹⁻³¹

유럽 및 중앙아시아의 LPI는 23%(범위: -37% ~ -3%), 연평균 0.5% 감소하며 모든 IPBES 지역 가운데 가장 완만한 변화율을 보였다(그림 1.3). 북아메리카와 마찬가지로 이 지역 역시 1970년을 기준으로 했을 때 이미 생물다양성이 상당히 훼손된 상태였다. 특히 유럽에서는 보전 노력에 힘입어 많은 포유류와 조류 생물종이 회복되었지만, 담수어류와 양서류, 파충류는 여전히 감소하고 있으며 다른 생물종 그룹에 비해 멸종 위험도 높은 수준이다.³²⁻³⁴

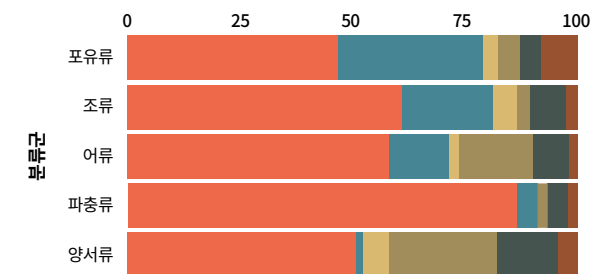
북아메리카 지역의 주요 변화 요인 비율



라틴아메리카 및 카리브해 지역의 주요 변화 요인 비율



유럽 및 중앙아시아 지역의 주요 변화 요인 비율



■ 서식지 손실 및 훼손 ■ 과도한 자원 이용 ■ 기후변화
■ 침입 외래종 및 유전자 ■ 환경 오염 ■ 질병

그림 1.4 다양한 IPBES 지역에서 총 3,116개 개체군을 대상으로 제시된 주요 변화 요인(서식지 손실/훼손, 과도한 자원 이용, 기후변화, 침입종/유전자, 환경 오염, 질병)의 비율.

아프리카 지수는 80%(범위:-91% ~ -57%) 감소를 보이며, 이는 연평균 3.1% 감소한 것에 해당한다(그림 1.3). 모든 분류군에서 평균적으로 감소 추세가 나타나는 가운데, 모니터링된 담수어류가 가장 심각한 영향을 받고 있다. 이 지역의 담수 생태계에 대한 정보가 여전히 부족하기 때문에 연구를 확대하고 필요한 보전 활동에 집중해야 한다.³⁵ 남아프리카에서는 지역 주민들의 참여와 함께 이러한 집중적인 보전활동을 통해 코끼리 개체군이 번성할 수 있었으며(제2장), 이는 보전 활동이 아프리카 대륙 고유의 자연자원과 풍부한 생물다양성을 보호하는 데 중요한 역할을 할 수 있음을 보여준다.³⁶

아시아 및 태평양 지역은 크고 작은 섬을 비롯해 다양한 서식지가 분포하며 생물다양성이 풍부한 지역으로, 전 세계 인구의 약 절반에게 필수적인 생태계 서비스를 제공한다.³⁷ 이 지역의 LPI는 49%(범위: -72% ~ -8%) 감소했으며, 이는 연평균 1.3% 감소한 것에 해당한다(그림 1.3). 태평양 도서지역의 고유종을 위협하는 침입 외래종부터, 메콩강 하류의 담수 생태계에서 나타나는 과도한 어류자원의 이용과 서식지 훼손에 이르기까지 여러 변화 요인이 작용해, 모든 생물종 그룹에서 평균적으로 감소 추세를 보이고 있다.³⁸⁻⁴⁰

유사한 추세를 보이는 그 외 생물다양성 지표

LPI는 여러 지역과 생물군계, 생물종 그룹에 걸친 생물다양성 상태에 대한 중요한 통찰을 제공한다(그림 1.5a). 그러나 이는 전체 그림의 일부에 불과하다. 생물다양성이 복잡하고 다차원적인 특성을 지닌 만큼, 추가적인 지표를 함께 살펴보면 생물다양성의 다양한 측면이 어떻게 변화하고 있는지 이해하는 데 도움이 된다.

생물종 멸종 위협의 변화

적색목록지수(Red List Index)는 국제자연보전연맹(IUCN) 멸종위기종 적색목록(Red List of Threatened Species)의 반복적인 평가 결과를 종합해 생물종의 전반적인 멸종 위험 변화를 추적한다.^{41,42} 지수가 낮을수록 평균적인 멸종 위험이 더 높다는 것을 의미한다. 모니터링된 모든 생물종 그룹에서 지수가 하락하는 추세를 보이며, 이는 멸종 위험이 증가하고 있음을 보여준다(그림 1.5b). 멸종 위험이 악화되고 국지적 멸종이 발생하면, 해당 생물종은 더 이상 생태적 역할을 수행하지 못할 수 있다. 이는 생태계 전체의 기능과 회복탄력성을 약화시키며, 생산성과 인간의 웰빙 및 안전에도 영향을 미친다. 예를 들어, 숲에 서식하는 야생동물의 국지적 감소는 종자 확산과 같이 숲을 유지하고 복원하는 핵심 생태계 기능의 저하로 이어질 수 있다. 이러한 생태적 역할이 약화되면 숲의 온전성과 숲이 인간에게 제공하는 혜택 자체가 위협받을 수 있다.⁴³

생물종 멸종의 변화

더 긴 시간에 걸쳐 보면, 개체군 풍부도의 감소는 생물종의 영구적인 손실로 이어질 수 있다. 과학자들은 최근의 식물 멸종 속도 추정치를 포함해, 현재의 멸종 속도가 인류 출현 이전 시기보다 100배 이상 빠른 속도로 진행되고 있는 것으로 추정하고 있다(그림 1.5c).^{44,45} 이에 따라 전문가들은 우리가 지구 역사상 여섯 번째 대멸종을 초래하고 있다고 결론 내리고 있다.^{46,47}

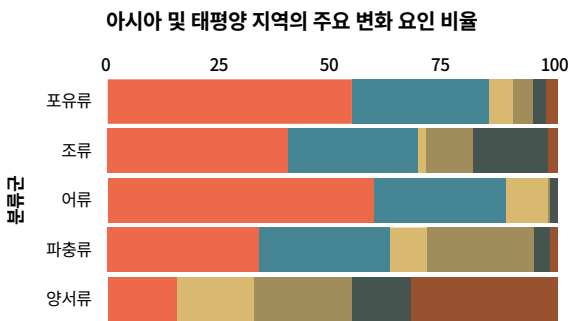
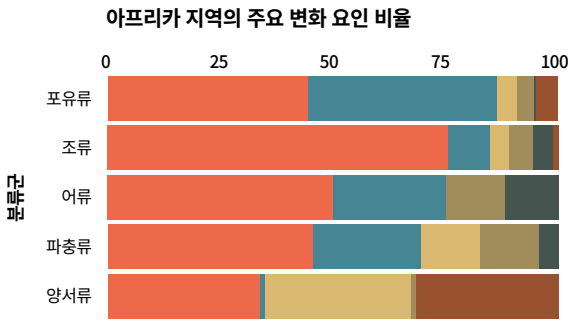
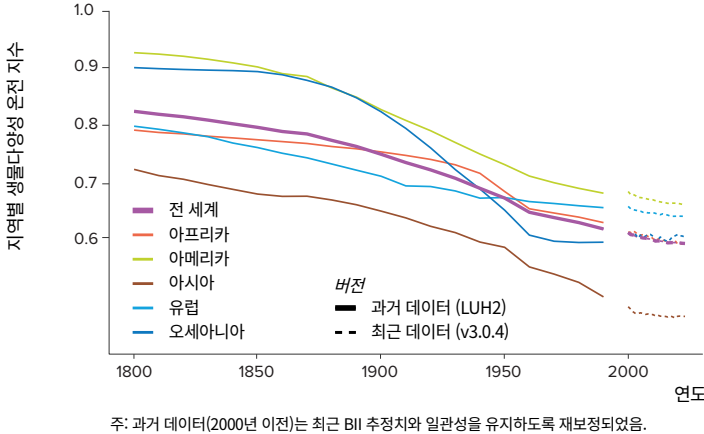
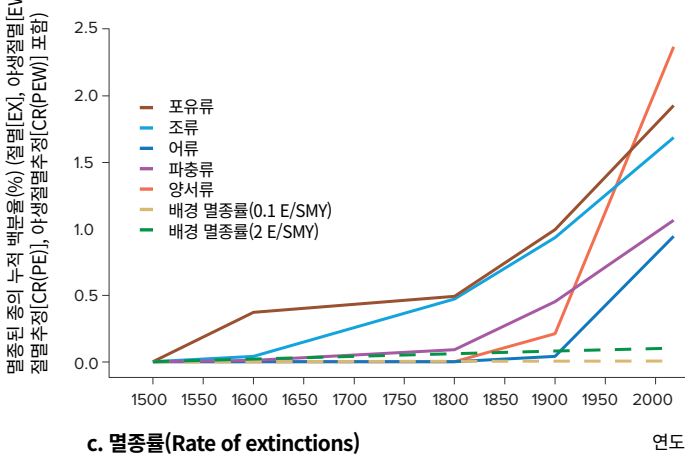
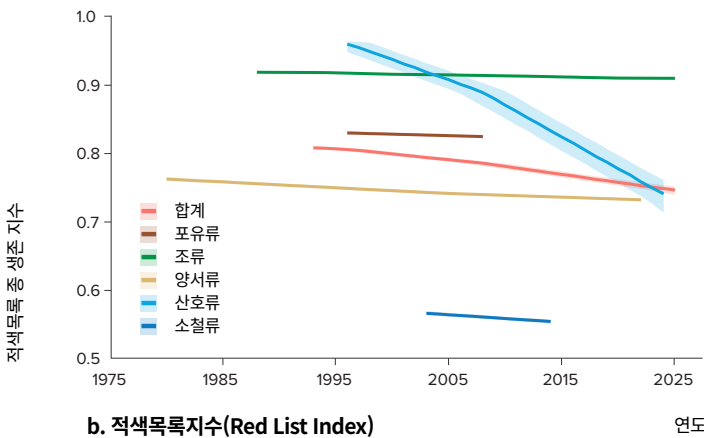
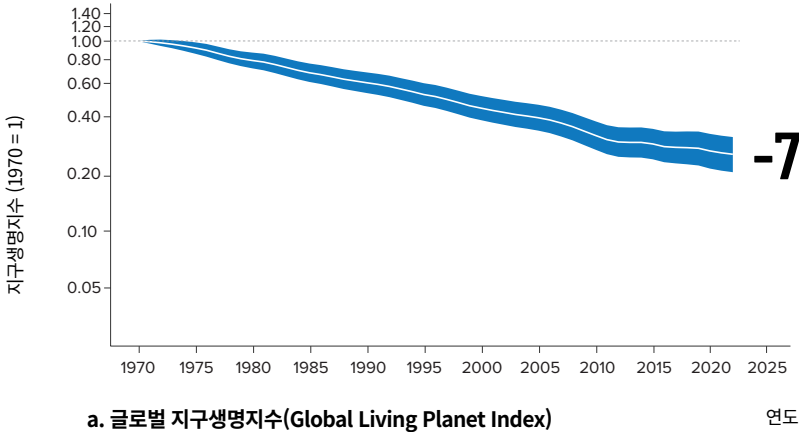


그림 1.4 다양한 IPBES 지역에서 총 3,116개 개체군을 대상으로 제시된 주요 변화 요인(서식지 손실/훼손, 과도한 자원 이용, 기후변화, 침입종/유전자, 환경 오염, 질병)의 비율.

생물다양성 온전성의 변화

생물다양성 온전 지수(Biodiversity Intactness Index)는 산업화 이전을 기준으로, 한 지역에 본래의 생물다양성이 얼마나 남아 있는지를 추정한다. 1800년 이후, 생태계 내 상호 연결된 생물종 집합인 육상 생물군집의 온전성이 모든 지역에서 감소했으며(그림 1.5d), 이는 특히 농업의 확대와 집약화 등 토지 이용 변화의 영향을 반영한다.⁴⁸ 온전성이 낮다는 것은 생물군집이 생태계의 생산성과 회복탄력성을 유지하는 기능을 수행할 능력이 떨어진다는 뜻이다.

그림 1.5 a-d 지표는 여러 기간에 걸쳐 생물다양성의 변화를 보여준다. 지구생명지수(a)를 통해 동물 개체군을 추적해 자연의 최근 변화를 해석한다.⁶ 적색목록지수(b)는 생물종 그룹의 멸종 위험을 나타내며 최근 추세와 향후 위험을 보여준다.⁴² 멸종률(c)은 1500년부터의 장기적 추세를 보여주며, 멸종된 것으로 알려진 생물종의 누적수를 추적한다.¹ 배경 멸종률은 문헌을 참고했다.⁴⁷ 범주에 대한 자세한 내용은 적색목록을 참고할 수 있다.^{41,42} 생물다양성 온전 지수(BII)(d)는 장기적 추세를 강조하며, 1800년대 대비 육상 생물다양성이 얼마나 온전하게 유지되고 있는지를 보여준다.⁴⁹ BII의 과거 데이터(1800~1990년, 실선)는 0.25도 해상도의 LUH2 토지 이용 데이터를 활용해 산출했으며, 최근 데이터(2000년 이후, 점선)는 더 높은 해상도의 토지 이용 데이터를 활용하고 과거 추세와 맞도록 했다.



주: 과거 데이터(2000년 이전)는 최근 BII 추정치와 일관성을 유지하도록 재보정되었음.

d. 생물다양성 온전 지수(Biodiversity Intactness Index)

감소 추세를 반전시킬 수 있는가?

전반적으로 이 네 가지 지표는 전 세계적으로 생물다양성이 감소하고 있음을 가리킨다. 그러나 이러한 주요 통계만으로는 전체적인 상황을 설명할 수 없다. 그 이면에는 생물종 개체군의 급격한 감소를 멈추고, 때로는 감소 추세를 반전시킨 보전 노력의 성과가 숨어 있다. 1993년 이후 보전 활동을 통해 32종의 조류와 16종의 포유류가 멸종을 피할 수 있었던 것으로 추정된다.⁵⁰ 여러 연구에서도 생물종 중심 프로그램, 보호·보전지역, 서식지 복원, 지속가능한 관리 등 다양한 보전 활동이 효과를 낼 수 있음을 보여준다.⁵¹

글로벌 LPI 데이터에는 척추동물 개체군의 감소세를 성공적으로 완화하고, 나아가 회복까지 이끌어 낸 보전 개입 사례가 다수 포함되어 있다.^{52,53} 실제로 LPI에 포함된 개체군 중 50%는 안정적이거나 증가하는 추세를 보이며, 이 중에는 지속적이고 표적화된 보전 개입을 통해 개체군 감소를 막고 회복으로 전환할 수 있음을 보여주는 사례도 있다.⁵

예를 들어, 해달(*Enhydra lutris*)은 상업적 모피 거래를 위한 과도한 포획으로 19세기 말 멸종 직전까지 내몰렸다. 이후 법적 보호와 개체군 보전 이주를 병행하면서 해달의 개체수는 증가했다.^{54,55} 현재 해달은 한 세기 넘게 자취를 감췄던 과거 서식 범위(동아시아부터 북아메리카까지)의 일부 지역에 다시 서식하고 있다.^{24,25}

지역 및 토착민 공동체의 참여가 결정적인 차이를 만들어 내기도 한다. 인도네시아 마사캄빙섬(Masakambing Island)에서는 심각한 멸종위기종인 노랑벚 유황앵무(*Cacatua sulphurea*)의 포획, 소유 또는 운송을 불법으로 규정하는 마을 규정을 마련했으며, 이는 불과 10년 만에 개체수가 두 배로 늘어나는 데 기여한 것으로 보인다.⁵⁶ 이 생물종은 애완 조류 거래로 인해 한때 개체수가 급격히 감소한 바 있다.⁵⁷

멕시코 바하칼리포르니아 반도(Baja California) 앞바다의 섬에서 번식하고 먹이활동을 하는 많은 해양 조류 종은 토착 야생동물을 잡아먹고 식물을 과도하게 먹어치우는 외래 포유류의 영향으로 피해를 입었다. 이에 과달루페섬(Guadalupe Island)에서는 2003년부터 들염소와 들고양이를 제거하기 시작했으며, 그 결과 레이산앨버트로스(*Phoebastria immutabilis*) 개체군이 급증해 2014년에서 2019년 사이 454% 증가했다.^{58,59}

이러한 사례에서 공통적으로 볼 수 있는 것은, 성공 여부를 장담할 수 없는 상황에서도 사람들이 서로 협력하며 지속적으로 행동했다는 점이다. 보호·보전구역을 지정하거나 정책을 통과시키는 등 지역 사회 차원에서 행동에 나서는 것은 개별 개체군의 감소를 멈추거나 회복시키는 데 도움이 될 수 있다. 그러나 개별적인 행동만으로는 충분하지 않다. LPI 추세를 반전시키고, 우리 모두의 삶을 지탱하는 생물다양성을 회복하기 위해서는 지금보다 훨씬 더 큰 규모로 지속적인 보전활동을 이어가야 한다. 또한 식량, 에너지, 금융 분야에서 비롯되는 생물다양성 손실의 근본 원인을 해결하기 위해서는 인간이 자연과 관계를 맺는 방식에도 변화가 필요하다.^{60,61}

회복 사례를 보면 한 가지 중요한 교훈을 얻을 수 있다. 각각의 회복은 불확실성 속에서도 사람들이 확신을 가지고 행동했기에 가능했다. 해달을 야생으로 돌려보낸 사람들은 개체수가 실제로 회복될 지 알 수 없었다. 마사캄빙섬 주민들 역시 자신들이 만든 보호 규정으로 10년 안에 개체수가 두 배로 늘어날 것이라고는 예상할 수 없었다. 자연보전에는 불확실한 상황에서 이루어지는 의사결정이 많으며, 의사결정자 자신은 그 결과를 보지 못할 수도 있는 변화를 목표로 결정을 내려야 하는 경우도 많다.

보장할 수 없는 미래를 위해 행동할 수 있는 역량을 심리학자들은 ‘희망’이라고 부른다. 이는 낙관주의도, 순진한 믿음도 아니다. 희망은 하나의 태도이며 훈련을 통해 길러낼 수 있는 능력이다. 다음 장에서는 희망이 이 보고서 전반에 걸쳐 설명하는 시스템 전환에서 왜 중요하며, 어떻게 작용하는지를 살펴본다.



○
LPI 추세를 반전시키고,
우리 모두의 삶을 지탱하는
생물다양성을 회복하기
위해서는 지금보다
훨씬 더 큰 규모로
지속적인 보전활동을
이어가야 한다.

제2장

희망의 힘

생물다양성의 감소를 멈추고 그 추세를 반전시키기 위해서는 대규모 공동의 노력이 지속적으로 필요하다. 이를 위해 필요한 전환은 기술적 영역에 국한되지 않고, 사회적·문화적·윤리적·정치적·경제적·심리적 측면까지 아우른다. 불확실한 상황에서도 비전을 갖고 꾸준히 행동하는 것도 필요하다. 또한 사람들이 변화에 직접 참여하고 자신의 행동을 바꾸는 동시에, 다양한 문화적 맥락 속에서 자연을 지켜온 지역사회가 가진 가치와 방식을 존중할 수 있어야 한다. 나아가 자연과 우리의 관계 자체를 다시 생각해야 할 수도 있다. 그리고 이러한 전환을 만들어가는 과정에서 개인과 공동체가 활용할 수 있는 가장 강력한 자원 중 하나가 바로 희망이다.

희망의 과학

희망은 고정된 특성이 아니며, 단순한 긍정적 감정 이상의 것이다. 낙관이나 막연한 기대와도 다르다. 희망은 사람들이 어렵고 불확실한 과제에 계속 관여하도록 만드는 과정이다.⁶² 성공을 장담할 수 없는 상황에서도 자신이 중요하게 여기는 가치를 행동으로 옮기고, 그 행동이 변화를 만들어낼 수 있다고 믿을 때 희망은 만들어진다.

심리학에서 희망은 세 가지 요소로 구성된다.^{63,64} 첫 번째는 **목표(goal)**다. 목표는 개인의 가치관과 정체성, 문화에 기반하며, 무엇을 잃지 않을지보다, 무엇을 지키고 싶을지를 중심으로 설정된다.^{65,66} 두 번째는 **경로(pathway)**다. 목표를 실현하기 위한 신뢰할 수 있는 방법으로, 그 과정이 불확실하고 장애물이 나타날 때마다 조정이 필요하더라도 목표에 도달할 수 있는 경로를 의미한다.⁶⁷ 세 번째는 **주체성(agency)**이다. 이는 자신이 목표를 이루기 위해 행동할 수 있고 변화를 만들어낼 수 있다는 믿음이다. 주체성은 불확실한 상황에서 의도가 지속적인 행동으로 이어질 수 있는지를 결정한다.⁶⁸

이 세 가지 요소가 모두 존재하고 서로 맞물려 작용할 때 희망은 지속된다.⁶⁹ 목표는 방향을 설정하고, 경로는 나아갈 길을 제시하며, 주체성은 추진력을 만든다(그림 2.1). 이러한 요소들이 시간이 지나며 서로를 강화시킬 때 희망은 더욱 견고해지며, 이를 통해 개인과 집단은 상황이 변하고 장애물이 나타나더라도 변화를 향해 계속 나아갈 수 있게 된다. 일부 연구는 이들이 다양한 문화권에서 유효하다고 보지만, 다른 학자들은 서로 다른 세계관에서 희망이 어떻게 경험되는지에 대해서는 이제 막 이해하기 시작한 단계라고 주장한다.^{70,71}

보전에서 중요한 두 가지 구분이 있다. 첫째, 희망은 낙관과 다르다. 낙관은 자신이 무엇을 하든 미래가 좋아질 것이라는 기대이며, 환경 문제에 대한 낙관적인 메시지는 사람들이 위험을 과소평가하게 만들어 행동을 위한 동기를 지속적으로 떨어뜨린다.^{72,73} 둘째, 희망은 거짓 희망과 다르다. 거짓 희망은 사실을 외면하고, 비현실적인 기대를 부풀리며, 경로가 막혔을 때도 이를 조정하지 않는다.⁷⁴ 반면 진정한 희망은 근거에 기반하며, 무엇이 효과가 있고 없는지에 대해 객관적으로 바라보며, 근거에 따라 필요한 경우 경로를 수정한다.



그림 2.1 희망은 단순한 감정을 넘어, 목표와 주체성, 목표 달성을 위한 경로가 결합될 때 변화를 이끄는 하나의 과정이 된다. 회복탄력성은 어려움에 직면하더라도 계속 나아갈 수 있는 힘을 제공한다.



이것이 중요한 이유는 데이터만으로는 행동을 이끌어내지 못하기 때문이다. LPI의 감소를 보여주는 것만으로는 대응을 유도하기 어렵다. 사람들이 행동에 나서는 경우는, 어떤 정보가 자신이 가치있게 여기는 것과 연결되고, 변화를 만들어낼 수 있다고 믿는 방법을 찾아내며, 자신의 노력이 자신이 중요하게 생각하는 결과로 이어지고 있다고 느낄 때이다.^{65,74} 우리는 크지만 주체성이 낮은 경우 전형적인 반응은 행동이 아니라 회피, 부정, 또는 무력감으로 나타난다.^{65,74} 우리가 주체성, 이를 뒷받침하는 사회적 환경과 결합되면 이는 지속적인 참여의 토대가 된다.⁷⁸⁻⁸⁰

이 장의 뒷부분에서 소개하는 네 가지 생물종 회복 사례는 희망의 세 가지 요소가 실제로 어떻게 작동하는지를 보여준다. 호랑이 회복 사례의 경우, 명확한 목표(야생 개체군 두 배 증가)가 있었고, 이는 신뢰할 수 있는 경로(보호지역, 밀렵 단속, 국경을 넘는 협력)가 이를 뒷받침했다. 또한 레인저부터 국가 정상에 이르기까지 모든 수준에서 집단적 주체성이 더해지면서 이러한 노력이 더욱 강화되었다. 참다람쥐 회복 사례에서는 명확한 회복 목표를 설정하고, 과학적 근거에 기반한 어획 할당량을 경로로 삼았으며, 지역 수산관리기구와 소매업체, 요리사, 소비자가 함께 집단적 주체성을 발휘했다. 이 각각의 회복 사례는 희망이 큰 규모로 작동한 결과다.

함께 만드는 희망

보전 성과를 이끌어내는 희망은 거의 언제나 개인적인 차원에 머무르지 않는다. 희망은 집단과 공동체, 연합, 기관이 공유하는 것이며, 개인의 노력이 더 큰 목표의 일부라고 인식하는 데서 비롯된다.⁸¹⁻⁸³

사회인지이론은 함께 작동하는 세 가지 형태의 주체성을 구분한다.^{68,79} 개인적 주체성(individual agency)은 목적이 있는 선택으로, 산림 파괴와 연관된 제품을 피하는 등 생활방식과 소비에 관한 선택이나 투표와 같은 시민 행동을 포함한다. 집단적 주체성(collective agency)은 목표를 달성할 수 있는 힘에 대한 집단의 공유된 믿음을 이며, 지역사회 보전활동과 사회운동에서 나타난다. 대리 주체성(proxy agency)은 단체에 기부하거나, 캠페인을 지지하거나, 혹은 변화를 위해 노력하는 대표자를 선출하는 것처럼, 다른 사람이 자신을 대신해 행동할 수 있도록 지원하는 것이다.⁸⁴⁻⁸⁶

대부분의 중요한 보전 성과에는 이 세 가지가 모두 필요하지만, 변화의 원동력이 되는 것은 집단적 주체성이다. 사람들은 다른 이들과 함께 참여할 수 있고, 기관이 참여 기반의 거버넌스와 포용적 의사결정을 뒷받침할 때 참여할 가능성이 훨씬 높아진다. 이는 결과가 불확실한 상황에서도 참여를 지속할 수 있도록 한다.^{82,87,88} 이런 맥락에서 희망은 공동의 목표와 상호 신뢰로 정의되는, 공유된 자산이다.^{82,83} 아마존 열대우림 20만 헥타르를 석유 채굴로부터 지켜낸 토착민 와오라니족(Waorani)의 운동은 공동체가 함께 행동할 수 있다는 인식에서 시작되었다.⁸⁹ 2019년 9월 한 주 동안 125개국에서 600만 명을 결집시킨 전 세계 청소년 기후운동은 스웨덴 의회 앞에 홀로 앉아 있던 15세 청소년 한 명으로부터 시작되었다.^{90,91} 2024년 하와이에서는 청소년들이 주도한 소송을 통해 교통 부문 탈탄소화에 대한 법적 구속력이 있는 주정부의 공약을 이끌어냈다.⁹² 2018년 에콰도르 시난게(Sinangoe)의 코판족(A'i Cofan)은 조상 대대로 이어온 땅에서 52건의 금광 채굴권을 무효화하는 헌법 판결을 이끌어냈으며, 이는 에콰도르 전역에서 토착민 협의의 선례가 되었다.⁹³

이러한 보전 성과 가운데 처음부터 성공이 보장된 것은 하나도 없었다. 사람들이 하나의 목표를 공유하고, 자신의 노력이 의미가 있을 것이라 믿고, 함께 행동했기 때문에 가능했다. 이것이 바로 실제 현장에서 나타나는 집단적 주체성의 모습이며, 보전 목표의 달성 여부를 예측할 수 있는 가장 신뢰할 만한 지표다.

**보전 성과를 이끌어내는
희망은 거의 언제나 개인적인
차원에 머무르지 않는다.
희망은 집단과 공동체, 연합,
기관이 공유하는 것이며,
개인의 노력이 더 큰 목표의
일부라고 인식하는 데서
비롯된다.**

모두에게 주어지지 않는 희망

희망의 구성 요소(목표, 주체성, 경로)는 모두에게 동등하게 주어지지 않는다. 빈곤, 인종, 성별, 계층, 장애, 강제이주 또는 많은 토착민이 역사적으로 그리고 지금도 겪고 있는 박탈로 인해 소외된 사람들에게는 주체성을 발휘할 수 있는 여건이 제한되어 있는 경우가 많다.^{94,95} 의사결정 과정에서의 배제, 불안정한 토지 및 자원에 대한 권리, 전통적 관행의 범죄화, 그리고 환경적 부담과 혜택의 불평등한 분배는 모두 소외된 집단이 자신의 목표를 실현할 수 있는 기회를 제한한다.^{96,97} 이러한 상황에서 주체성이 낮은 것은 개인의 문제가 아니라, 인정과 발언권, 권한을 부정하는 시스템에서 비롯된 현실적인 제약이다.⁹⁸

그러나 소외되었다고 해서 주체성이 사라지는 것은 아니다. 많은 사례에서 소외된 집단이 권리를 보장받고 인정받으며, 거버넌스에 실질적으로 참여할 수 있을 때 이들의 웰빙과 생물다양성 보전 성과가 모두 향상되는 것으로 나타났다.^{99,100} 이러한 맥락에서 주체성은 흔히 문화적 연속성, 연대감, 인간을 넘어선 세계와의 상호혜택 관계, 그리고 오랜 저항과 자연을 지켜온 전통 등을 통해 나타난다.¹⁰¹ 토착민 여성, 아프리카계 공동체, 소규모 어민, 목축민, 농민 단체가 주도하는 운동은 구조적 불평등 속에서도 희망을 키워갈 수 있음을 반복해서 보여주었으며, 이는 외부에서 주어진 의제만이 아니라 주권과 정의, 자기결정권을 중심으로 목표를 설정함으로써 이루어졌다.¹⁰²

보전 분야에서 희망이 변화를 이끌어내는 실질적인 자원이 되기 위해서는, 소외된 집단을 단순히 기존의 절차에 참여시키는 데 그쳐서는 안 된다. 다양한 지식 체계와 세계관을 존중하고, 주체성이 발휘될 수 있는 여건을 마련해야 한다.^{96,103}

**많은 사례에서 소외된
집단이 권리를 보장받고
인정받으며, 거버넌스에
실질적으로 참여할 수
있을 때 이들의 웰빙과
생물다양성 보전 성과가
모두 향상되는 것으로
나타났다.**



회복탄력성과 희망

희망이 방향과 추진력을 제공한다면, 회복탄력성은 성과가 정체되거나 후퇴할 때도 좌절을 이겨내고 계속 나아갈 수 있는 힘을 제공한다. 회복탄력성은 묵묵히 견디는 개인의 성향이 아니라, 심리적·사회적·생태적 차원에서 작동하는 역동적인 능력이다.^{104,105} 개인 차원에서 이는 사람들이 절망이나 무관심, 부정에 빠지지 않고 생물다양성 손실이라는 어려운 진실을 마주할 수 있게 하는 인지적·정서적 역량을 의미한다.¹⁰⁶ 이는 의미 형성과 감정 조절, 그리고 당장의 결과보다 더 중요한 가치와 연결하는 과정을 통해 형성되며, 이를 통해 우려를 지속적인 행동으로 바꿀 수 있게 한다.^{65,107}

개인의 회복탄력성만으로는 충분하지 않은 경우가 많다. 희망이 집단으로 공유될 때 강해지는 것과 마찬가지로, 회복탄력성 역시 관계망과 사회 제도, 공동의 관행 전반에서 발휘될 때 극대화된다.¹⁰⁸

강한 사회적 유대와 포용적 거버넌스, 문화적 연속성을 유지하는 공동체는 보전 목표에 집중하면서도 생태적 변화에 더 잘 적응한다.¹⁰⁵ 희망과 회복탄력성은 상호보완적으로 작동한다. 희망은 가치 있는 미래를 향한 행동을 이끈다면, 회복탄력성은 어려움이 생기거나 주체성이 시험받을 때도 그 행동을 지속할 수 있도록 심리적·관계적·제도적 여건을 지켜준다.

희망의 확산

공동의 행동은 놀라운 보전 성과를 이뤄냈다. 다음에 소개하는 네 종의 상징적인 생물종은 대륙과 지역사회, 문화, 정부, 기업, 과학자, 사회운동을 아우르는 공동의 노력을 통해 회복되고 있는 사례다.

이러한 사례들은 희망이 하나의 과정임을 보여준다. 상실에 대한 두려움은 공동의 회복 목표로 전환된다. 과학에 기반한 경로가 이러한 목표를 뒷받침하고, 공동의 행동과 제도적 차원의 의지와 노력으로 더욱 강화된다. 성과가 즉각적으로 나타나는 것은 아니지만, 초기의 불확실성을 견디는 힘은 신뢰, 참여, 그리고 가시적인 진전을 통해 지속된다.



○ 희망이 집단으로 공유될 때 강해지는 것과 마찬가지로, 회복탄력성 역시 관계망과 사회 제도, 공동의 관행 전반에서 발휘될 때 극대화된다.

사례 연구

호랑이

◦ 70% 증가

2010년에서 2025년 사이 전 세계 야생 호랑이(*Panthera tigris*) 개체수는 70% 넘게 증가했다. 이는 오랫동안 이어진 감소 추세가 반전된 것으로 확인된 첫 사례다. 무인카메라 추정치에 따르면, 야생 호랑이 개체수는 3,200마리에서 약 5,700마리로 늘어났다.^{109,110} 이러한 성과는 다양한 차원의 공동 행동을 통해 이루어졌다. 국가별 호랑이 개체군 회복 계획, '글로벌 타이거 이니셔티브(Global Tiger Initiative)'를 통한 국가 간 공약, 전문화된 레인지 인력, 보호지역 확대, 국경 간 불법거래 단속, 수요 감소를 위한 캠페인 등이 함께 추진됐다.¹¹¹

이 가운데 어느 하나의 노력만으로는 충분하지 않았을 것이다. 호랑이의 회복은 정부와 토착민, 지역공동체, NGO, 기부자, 그리고 그 밖의 파트너들이 장기적으로 투자를 이어가고 함께 행동할 때 무엇을 이룰 수 있는지를 보여준다. 이 회복세는 여전히 취약하며, 호랑이가 서식하는 지역은 여전히 과거 서식 범위의 8% 에도 미치지 못한다.¹¹² 호랑이는 여전히 멸종 위기(Endangered) 등급으로 분류되며, 지금까지의 성과를 유지하려면 지역사회 주도의 공존 활동과 인간-야생동물 갈등 관리를 더욱 확대해야 한다.¹¹³⁻¹¹⁵ 그럼에도 불구하고 감소 추세는 반전되었다. 이는 불과 10년 전만 해도 많은 이들이 불가능하다고 여겼던 변화다.



푸른바다거북

◦ 위기(Endangered)에서 관심대상(Least Concern)으로 하향 조정

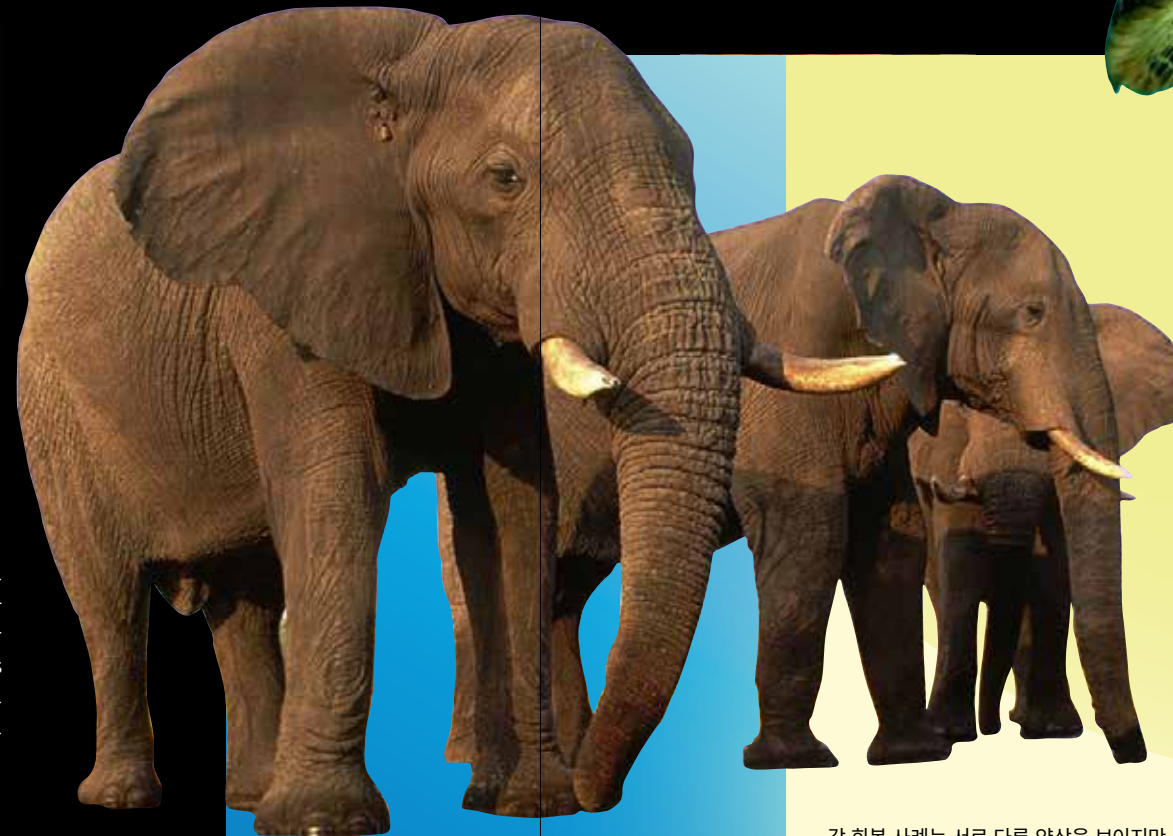
2025년 푸른바다거북(*Chelonia mydas*)은 IUCN 적색목록에서 위기(Endangered)에서 관심대상(Least Concern)으로 등급이 하향된 최초의 바다거북이 되었다.¹³⁰ 이러한 회복은 약 80개 이상의 국가에 걸친 산란지에서 50년간 이어진 보전 노력의 결과다. 여기에는 암컷과 알의 보호, 해변 관리, 조명 시설 규제, 거북 탈출 장치를 포함한 혼획 저감 조치, 불법 포획 단속, 그리고 지속적인 지역사회 참여 등이 포함된다.¹³¹ 지속적으로 모니터링된 산란지의 연간 산란 활동은 2011년 약 41만 9,000회에서 2024년 약 52만 6,000회로 증가했다.¹³⁰ 이번 등급 하향은 종착점이 아니라 중요한 이정표다. 중남부 및 서태평양, 동태평양, 북인도양, 지중해의 여러 하위 개체군은 여전히 위협받고 있으며, 기후변화로 인해 산란 해변에 가해지는 압력도 계속되고 있기 때문이다. 그럼에도 여러 주체가 세대를 넘어 하나의 목표를 위해 행동할 때 무엇을 이룰 수 있는지를 보여주었다.



남부 아프리카 코끼리

◦ 일부 지역에서 증가

아프리카사바나코끼리(*Loxodonta africana*)는 서식 범위 대부분에서 감소하고 있으며 전체적으로는 여전히 멸종위기종(Endangered)으로 분류되지만, 남아프리카 일부 지역의 개체군은 증가하고 있다.¹²⁵ 그 차이를 만든 것은 거버넌스다. 남아프리카 국가들은 지역사회에 코끼리 보전에 대한 직접적인 이해관계를 갖도록 하는 법적 체계를 마련했다. 이를 통해 지속가능한 자연자원 관리의 혜택을 직접 얻는 지역사회에 야생동물에 대한 권리와 책임을 부여했다.^{126,127} 이러한 현장의 노력은 불법거래 대응, 사법제도 개혁, 부패 감소를 통해 더욱 강화된다.^{128,129} 현재 일부 지역에서는 개체 밀도가 높아지면서 인간-야생동물 갈등과 지역적 과잉 개체로 인한 서식지 훼손이라는 새로운 문제가 발생하고 있다. 그럼에도 이 회복의 근간인 공동의 자원에 대한 사회의 주체성은 굳건히 유지되고 있다.



각 회복 사례는 서로 다른 양상을 보이지만 모두 같은 구조를 따른다. 명확한 목표, 그 목표로 향하는 신뢰할 수 있는 경로, 여러 층위에서 발휘되는 주체성, 그리고 수십 년에 걸친 지속적인 노력이다. 이 모든 일은 충분히 많은 사람들이 그 목표가 가치 있고, 함께 노력할 가치가 있다고 판단했기에 가능했다.

대서양 및 태평양참다랑어

◦ 개체군 회복

2010년까지 대서양참다랑어(*Thunnus thynnus*) 개체군은 80%나 감소하며 위기(Endangered) 등급으로 분류되었다. 태평양참다랑어(*Thunnus orientalis*)는 어업의 영향을 받지 않았을 때의 개체군 규모의 2%까지 급감하여 취약(Vulnerable) 등급으로 분류되었다. 두 종 모두 멸종으로 향하는 추세를 보이자, 각국과 관련 산업계는 이를 반전시키기 위해 결단력있는 조치를 취했다. 현재 두 종 모두 남획 상태나 우려종(species of concern)으로 간주되지 않을 정도로 회복되었다.¹¹⁶ 이러한 회복은 소비자 캠페인, 공급업체 불매운동, 요리사와 소매업체의 참여, 레저 낚시 규제 개선, 그리고 어획 할당량 축소, 크기 제한, 산란구역 보호, 항구 모니터링 등을 도입한 지역 수산자원 관리가 복합적으로 작용한 결과다.¹¹⁷⁻¹²⁴ 해수 온도가 상승하는 가운데 회복세를 유지하려면 회복력 기반의 관리 방식과 지속적인 관리·감시, 특히 불법·비규제 어업에 대한 지속적인 주의가 요구된다.





전환을 위한 전략적 자원으로서의 희망

개체수가 70% 증가한 야생 호랑이, 상업적 멸종 위기에서 벗어난 참다랑어, 여러 압력 속에서도 건강한 개체군을 유지하고 있는 코끼리, 위기(Endangered)에서 관심대상(Least Concern)으로 등급이 하향된 푸른바다거북. 이 사례들은 수년에 걸친 공동의 노력을 통해 개인과 공동체, 제도 차원에서 희망이 실제로 작동하는 모습을 명확하게 보여준다.

그러나 이러한 성과는 여전히 불안정하다. 현재 보전 활동의 대상인 생물종조차 그 장기적인 생존과 더 넓은 범위의 생물다양성을 위협하는 환경 변화의 근본 요인을 해결하기 위한 지속적인 투자 없이는 계속 감소할 것이다.¹³² 보전은 근본적으로 자연과 상충하는 경제·정치·사회 시스템 안에서 이루어진다. 단일 종 단위로 보전하는 방식으로는 생물다양성 손실을 해결할 수 없다. 생물다양성 손실을 초래하는 시스템 차원의 근본 원인을 다루지 않는 한, 아무리 놀라운 성과를 거두더라도 그 성과를 지속하기 어렵다.

지금 필요한 것은 **총체적 변화**, 즉 사회 전반에 걸친 근본적인 시스템 전환이다(그림 2.2).¹⁰³ 총체적 변화는 생물종별로 하나씩 대응하는 점진적 노력을 넘어 문제의 근본 원인에 대응하는 것을 의미한다. 구체적으로는 다음과 같다.

- 기후변화를 초래하는 **화석연료 기반 에너지 시스템** 전환
- 과도한 자원 소비로 서식지를 훼손하는 **식량 시스템** 전환¹³³
- 매년 수조 달러를 자연을 훼손하는 활동에 유입시키는 **금융 시스템** 개혁¹³⁴

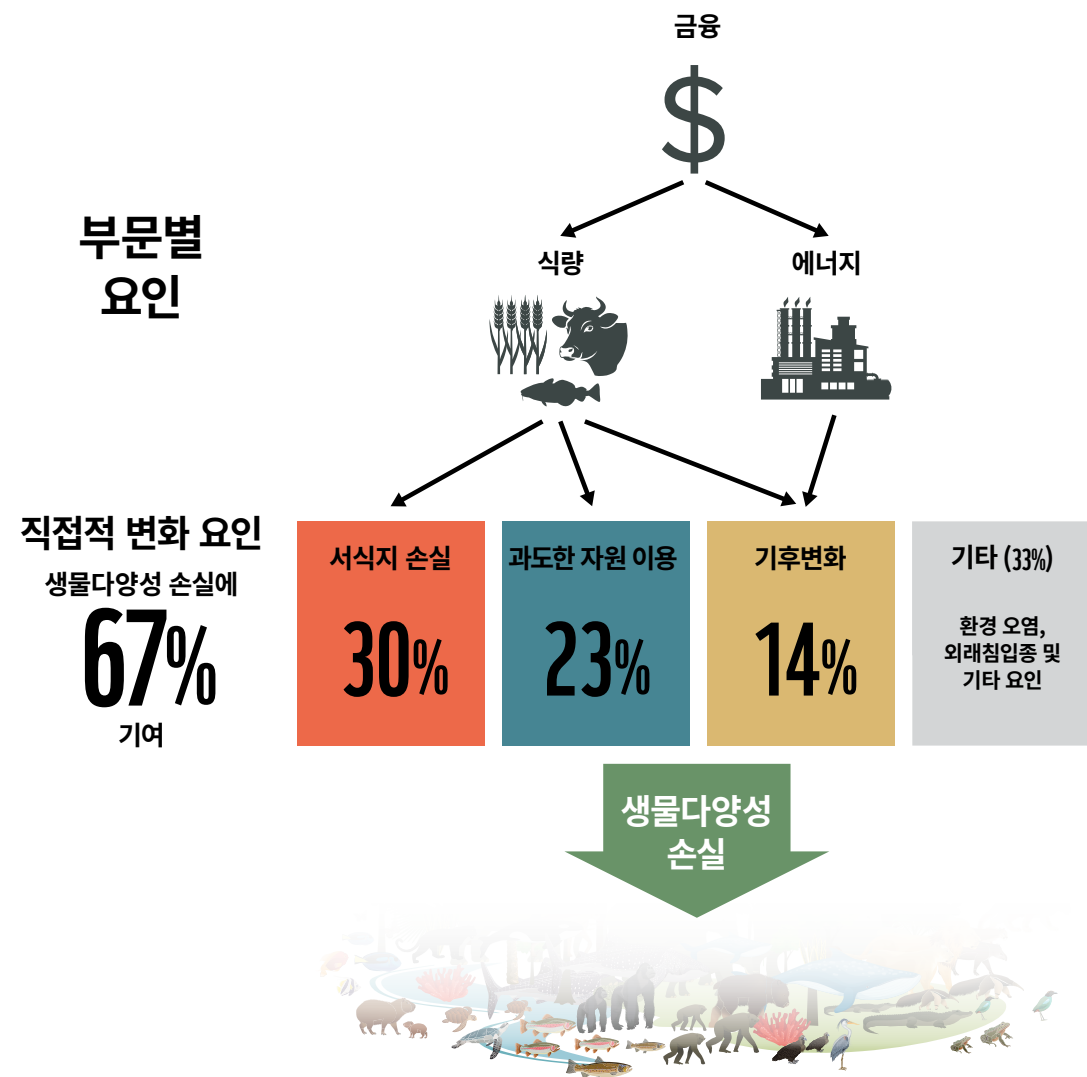


그림 2.2 생물다양성 손실을 초래하는 시스템의 전환. 식량·농업 및 에너지 부문, 이들을 뒷받침하는 금융 흐름을 전환하는 것이 생물다양성 손실을 멈추기 위한 우선과제다. 화살표는 위에서 아래로 이어지는 인과관계를 나타낸다. 자본 배분이 부문별 활동을 형성하고, 부문별 활동이 직접적 변화 요인을 만들어내며, 이러한 직접적 변화 요인이 생물다양성 손실의 규모를 결정한다. 서식지 손실(30%), 과도한 자원 이용(23%), 기후변화(14%)가 육상·해양·담수 생태계에 걸친 생물다양성 손실의 67%를 차지하며, 이 가운데 대부분은 식량·농업 및 에너지 부문에서 비롯된다. 서식지 손실은 육상 및 담수 생태계에서 생물다양성 손실의 가장 큰 원인이며, 해양 생태계에서는 남획이 주요 원인이다. 기후변화는 생태계 유형 전반에 비교적 고르게 영향을 미친다. 수치는 IPBES 생물다양성과 생태계 서비스에 관한 글로벌 평가보고서(Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services) 제2.2장 2.2.6.2절에서 인용했으며, 163건의 다중요인 연구에 대한 체계적 문헌 검토를 바탕으로 한다.^{136,137} 직접적 변화 요인의 비중은 절대적 규모가 아닌 상대적 영향을 나타낸다.¹ 농·수산업, 에너지, 금융이라는 구분은 IPBES 전환적 변화 평가(Transformatory Change Assessment)의 분류를 따른 것으로, 해당 평가에서는 농업, 임업, 수산업, 에너지, 인프라를 제시된 직접적 변화 요인에 가장 큰 영향을 끼치는 부문으로 규정하고 있다.⁶¹

이처럼 규모가 크고 뿌리 깊게 자리 잡은 시스템을 바꾸는 일은 쉽지 않아 보일 수 있다. 그 결과 가장 성공적인 공동의 노력조차 아무런 의미가 없는 것처럼 보일 수 있다.¹³⁵

그러나 반드시 그렇게 느낄 필요는 없다. 희망은 개인이나 기관, 연합체가 각자의 힘만으로는 실현할 수 없는 더 큰 목표를 향한 노력을 계속 이어갈 수 있게 해주는 자원이다.^{75,79} 목표는 방향을 제시하고, 경로는 목표에 이르는 길을 제공한다. 주체성, 특히 집단적 주체성은 노력이 의미 있다는 확신을 갖게 한다. 이러한 요소들이 시간이 지나며 서로 맞물려 작용할 때, 전환은 가능해지며, 역사는 이러한 변화가 예상보다 더 빠르게 일어날 수 있음을 보여준다.

다음 장에서는 이러한 전환이 어떻게 가능한지 살펴본다.

제3장

전환을 위한 긍정적 티핑 포인트

앞 장에서는 희망이 목표와 경로, 주체성으로 이루어진 하나의 과학이며 집단 차원에서 가장 강력하게 작동한다고 설명했다. 이제 희망의 심리학에서 나아가, 시스템 차원에서 경로와 주체성이 어떻게 작동하는지 살펴본다.

제2장에서 소개한 회복 사례들은 조직화된 공동의 행동이 개별 생물종의 감소를 되돌릴 수 있음을 보여준다. 호랑이와 참다랑어, 남부 아프리카 코끼리, 푸른바다거북의 회복은 명확한 목표와 목표로 향하는 신뢰할 수 있는 경로, 수십 년에 걸친 지속적인 공동의 노력으로 이루어진 실제 승리다. 그러나 전 지구적 차원에서 생물다양성 손실을 멈추려면 이와는 다른 수준의 변화, 즉 생물다양성 감소를 초래하는 시스템 자체의 전환이 필요하다.

대부분의 생물다양성 감소는 세 가지 시스템에서 비롯된다. 화석연료를 기반으로 하는 에너지 시스템은 기후변화의 주요 원인이다. 식량 및 농업 시스템은 서식지 파괴의 가장 큰 원인이다. 금융 시스템은 이 두 시스템의 파괴적인 활동을 지속시키는 자본을 공급한다. 이러한 시스템을 전환하는 일은 하나의 생물종을 회복시키는 것보다 훨씬 더 큰 과제이며, 표면적으로는 더 더디고 힘들며 해결하기도 어려워 보인다. 생물다양성 손실을 초래하는 요인들은 뿌리 깊게 자리 잡고 있고, 이를 유지하려는 이해관계의 힘은 강력하다. 게다가 시스템 전환에 필요한 시간은 현재 위기의 시급성을 따라가기 어려워 보인다.

이 장에서는 이러한 전환을 가능하게 하는 긍정적 티핑 포인트(positive tipping points) 프레임워크를 소개하고, 희망을 유지하는데 필요한 신뢰할 수 있는 경로와 어떻게 시스템 전체를 전환하는 주요 수단이 될 수 있는지를 살펴본다. 복잡한 시스템의 변화가 항상 느리고 선형적으로 진행되는 것은 아니다. 적절한 조건이 갖춰지면 압력이 축적되다가 임계점을 넘어서면서 변화가 스스로 증폭되는 단계에 이른다.^{138,139} 이것이 바로 티핑 포인트다. 이 장에서는 2030년까지 요구되는 규모와 속도로 생물다양성 손실을 멈추고 감소 추세를 반전시키기 위해 긍정적 티핑 포인트를 어떻게 설계할 수 있는지 알아본다. 이를 위해 변화가 이미 뚜렷하게 가속화되고 있는 에너지 부문의 전환 사례를 통해 구체적으로 설명한다.

긍정적 티핑 포인트의 프레임워크가 에너지, 식량, 금융 시스템을 전환하고 생물다양성 감소 추세를 반전시키는 데 어떻게 활용될 수 있는지는 다음 장에서 자세히 살펴본다.

긍정적 티핑 포인트의 개념

긍정적 티핑 포인트는 시스템이 중대한 임계점을 넘어서 이후, 바람직한 변화가 스스로 증폭되면서 되돌리기 어려워지는 지점을 의미한다. 이 임계점에 도달하기 전에는 기존의 강력한 저항 요인이나 변화를 억제하는 피드백이 대체로 우세하기 때문에 진전이 느리고 일정하게 진행되지 않는다.

반면 티핑 포인트를 넘어서면, 변화가 서로를 강화하는 구조가 형성되면서 새로운 상태로 전환되는 속도가 빨라진다(그림 3.1). "긍정적"이라는 표현은 본질적으로 주관적이지만, 여기서의 개념은 사람과 자연이 함께 번영하는 환경을 조성한다는 지속가능성과 사회 정의의 목표를 바탕으로 한다.¹⁴⁰ 긍정적 티핑 포인트가 나타나는 사례로는 재생에너지로의 빠른 전환, 저탄소·무탄소 이동수단의 광범위한 확산, 건강하고 지속가능한 식단으로의 변화, 네이처 포지티브 농업 방식의 확산 등을 들 수 있다.¹⁴¹

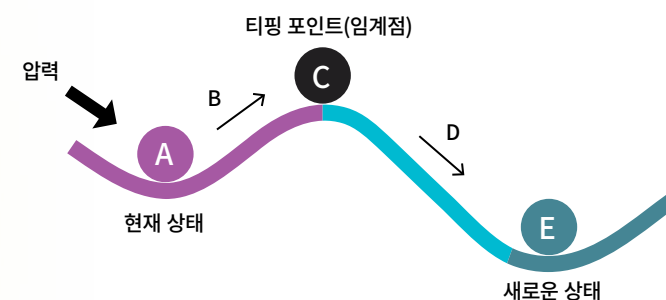


그림 3.1 소규모의 변화가 지속적으로 발생하더라도 시스템이 그 압력(또는 변화 요인)을 흡수할 수 있는 한 시스템은 현재의 상태(A, 보라색 원)에 머문다. 그러나 압력(B)은 점진적으로 또는 충격을 통해 시스템을 티핑 포인트(C, 검은색 원)까지 밀어붙일 수 있다. 시스템이 티핑 포인트에 도달하면 변화의 속도가 빨라지고(D), 이후 새로운 안정 상태(E, 청록색 원)에 도달한다.¹⁴²

부정적이거나 유해한 지구 시스템의 티핑 포인트는 피해야 하는 반면, 긍정적 티핑 포인트는 의도적으로 촉진할 수 있다. 이를 위해서는 일반적으로 지속가능성과 정의라는 목표에 부합하는 대안을 마련하고, 지속불가능한 시스템의 안정을 깨뜨리기 위한 의도적인 전략과 개입이 필요하다. 시스템 전환은 하나의 개입만으로 이루어지는 경우가 드물다. 정치적·행동적·기술적 역학이 서로 상호작용하며 강화되는 과정에서 일어난다.¹⁴⁴ 정책은 규칙과 인센티브를 바꾸고, 기술 발전은 대안을 실현 가능하게 만들며, 변화하는 사회적 규범과 행동은 사회적 수용성을 다시 규정한다. 이러한 역학이 서로 조화를 이루면 빠른 전환으로 이어질 수 있다.



박스 3.1 사회생태적 증폭 피드백

거버넌스와 사회적 규범의 변화는 생태적 역학과 상호작용하며 강력한 증폭 피드백(amplifying feedback)을 만들어낼 수 있다. 예를 들어 해양보호구역 지정 정책은 효과적인 보호를 통해 개체군이 기하급수적으로 번식할 수 있는 임계점에 도달하게 함으로써 수산자원의 빠른 회복을 이끌어낼 수 있다.¹⁴⁵ 이러한 티핑 포인트를 넘어서면 파급효과로 주변 어장에도 혜택이 돌아가고, 이는 지속적인 보호와 규정 준수를 촉진할 경제적 인센티브를 만들어낸다.¹⁴⁶ 어떤 경우에는 해양보호구역이 산호초 재생을 포함한 광범위한 생태계 회복에 기여했으며, 생물다양성, 관광, 어업, 식량안보에도 혜택을 가져왔다.^{147,148} 이는 지역적 차원에서 나타나는 긍정적 피드백 루프의 한 사례다.



공동자원에 대한 공동체 기반 거버넌스는 또 다른 생생한 사례를 보여준다.¹⁴⁹ 예를 들어 인도 농촌 일부 지역에서는 전통적인 빗물 저장 시설인 조하드(johad)를 복원하고 지역사회가 지하수를 관리하면서 사회적 티핑 포인트가 나타났다. 조하드 복원으로 얻는 혜택이 커지면서 지역사회가 더 많은 조하드를 복원하기 위해 협력하기 시작한 것이다.¹⁵⁰ 이용 가능한 수자원이 늘어나면서 식생이 회복되고 농업 생산성이 향상되었으며, 여성의 노동 부담은 줄어들고 남성들은 다시 마을로 돌아왔다. 사회적 규범과 생태적 피드백, 그리고 가족과 지역사회가 체감하는 혜택이 서로를 강화하면서 생태계와 인간의 건강 모두에 지속적인 긍정적 효과가 나타났다.¹⁴⁸

티핑 역학의 변화 단계

긍정적 티핑 역학은 흔히 S-곡선으로 표현되는 세 가지 큰 변화 단계, 즉 여건 조성(enabling), 가속화(accelerating), 안정화(stabilizing) 단계를 거친다(그림 3.2).¹⁵¹ 여건 조성 단계에서는 변화를 가로막는 기존의 장애물이나 고착 상태를 약화시킨다. 또한 아직 자리 잡지 못한 새로운 기술과 방식의 역량을 높이고 확산을 촉진하는 데 개입이 집중된다(그림 3.2b, 박스 3.2). 혁신이 개발되고 초기 수용자들이 실험과 학습에 참여하는 동안에는 초기 성장이 더디게 나타난다. 시스템에 따라 여건 조성 단계는 몇 년에서 수십 년까지 이어질 수 있다. 새로운 혁신의 채택이 서로를 강화하면서 확산 속도가 빨라지면 티핑 포인트에 도달한다. 가속화 단계에서는 증폭 피드백이 이러한 흐름을 더욱 강화하면서 새로운 것이 기존의 것을 빠르게 대체한다(그림 3.2a, 박스 3.1). 안정화 단계에서는 전환이 성숙 단계에 접어들면서 새로운 기술이나 방식의 채택 속도가 둔화된다. 새롭게 자리 잡은 시스템은 회복탄력성을 갖추고 안정적으로 정착된다.



그림 3.2 티핑 포인트와 S-곡선의 관계: (a) 티핑 포인트 곡선: 시스템은 현재의 안정된 상태(A)에 머무르다가 점진적으로 또는 충격을 통해 티핑 포인트(TP)까지 밀려난다. 티핑 포인트를 지나면 증폭 피드백이 시스템의 전환을 가속화하여 새로운 안정 상태(B)에 이르게 한다. (b) 티핑 역학의 변화 단계(S-곡선): S-곡선을 따라 긍정적 티핑 역학은 여건 조성(enabling), 가속화(accelerating), 안정화(stabilizing)라는 세 가지 큰 변화 단계를 거친다. 여건 조성 단계에서는 새로운 시스템 상태를 향한 목표가 혁신과 실험, 학습을 이끈다. 증폭 피드백이 억제 피드백(dampening feedback)보다 커지면 변화는 자기강화적으로 전환되면서 티핑 포인트(TP)에 이르고 가속화 단계로 들어선다. 안정화 단계에서는 전환이 성숙 단계에 접어들면서 새로운 기술이나 방식의 채택 속도가 둔화된다.¹⁵²



박스 3.2 증폭 및 억제 피드백 메커니즘

증폭 피드백(amplifying feedback) 메커니즘은 변화의 가속을 촉진하고, 변화가 스스로 확산되는 구조를 만들어 낼 수 있다.



변화에 저항하는 억제 피드백(Dampening feedback)은 극복하거나 무력화시켜야 한다.



사회적 확산: 개인은 다른 사람들이 새로운 기술이나 행동을 받아들이는 모습을 보고 이를 따라하며, 새로운 채택이 이루어질 때마다 이후의 채택을 막는 장벽이 낮아진다.¹⁵⁴ 예를 들어 한 사람이 지붕에 태양광 패널을 설치하면 다른 사람들도 이를 따라 설치할 수 있다. 소셜미디어는 이러한 사회적 확산의 범위와 속도를 극적으로 높일 수 있다.

규모의 경제: 생산량이 증가하면 제품 한 단위당 비용이 감소한다.¹⁵⁷ 초기 전기차(EV)는 휘발유나 경유 차량보다 가격이 훨씬 비쌌지만 현재는 가격이 크게 낮아졌다.

경험을 통한 학습: 생산 경험이 축적되면 제조 효율성과 제품의 품질 또는 성능이 향상된다. 지난 30년간 배터리 비용은 99% 줄어든 반면 에너지 밀도(배터리 무게 대비 저장할 수 있는 에너지의 양)는 5배 증가했다.^{158,159}

기술적 강화: 하나의 기술이 사용되면 이를 보완하는 기술과 방식의 개발이 촉진되어 해당 기술의 활용 가치가 높아진다. 예를 들어 전기차 수가 늘어나면 이를 지원하기 위한 충전 인프라도 확대된다.¹⁶⁰

정치적 증폭: 변화가 진행되면서 추가적인 정책을 강화하는 데 유리한 환경이 형성될 수 있다.¹⁶¹ 예를 들어 청정 기술 분야의 일자리가 늘어나면 추가적인 정책 추진에 대한 정치적 지지도 강해진다.

정책적 증폭: 정책은 특정한 시장 선택이나 투자에 대해 보조금, 세액 공제 또는 기타 재정적 인센티브나 혜택을 제공한다. 태양광 패널 설치에 대한 세액 공제를 예로 들 수 있다(그림 3.3a).¹⁶²

고착 상태: 다양한 형태의 시스템적 관성이 변화를 가로막는 장애물로 작용한다. 예를 들어 기관과 문화 집단은 기존의 관행과 사회적 규범을 유지하려 하며, 건물·교통망·송유관 같은 인프라는 교체에 많은 비용과 어려움이 따른다.¹⁶³

정치적 억제: 정치적 반대와 로비는 정책 추진을 방해할 수 있다. 예를 들어 특정 이해관계자들은 비용과 일자리 감소에 대한 우려를 이용해 청정에너지 전환에 반대할 수 있다(그림 3.3b).¹⁶⁴

억제 정책: 기존 정책이 새로운 기술의 도입을 가로막을 수 있다. 예를 들어 화석연료에 대한 보조금은 재생에너지로의 전환을 저해한다.¹⁶⁵

부정적 담론: 기득권을 가진 이해관계자들은 의구심과 혼란을 조장하기 위해 허위정보를 유포할 수 있다. 기후과학에 의문을 제기하는 산업계 후원 연구들이 대표적인 예다.

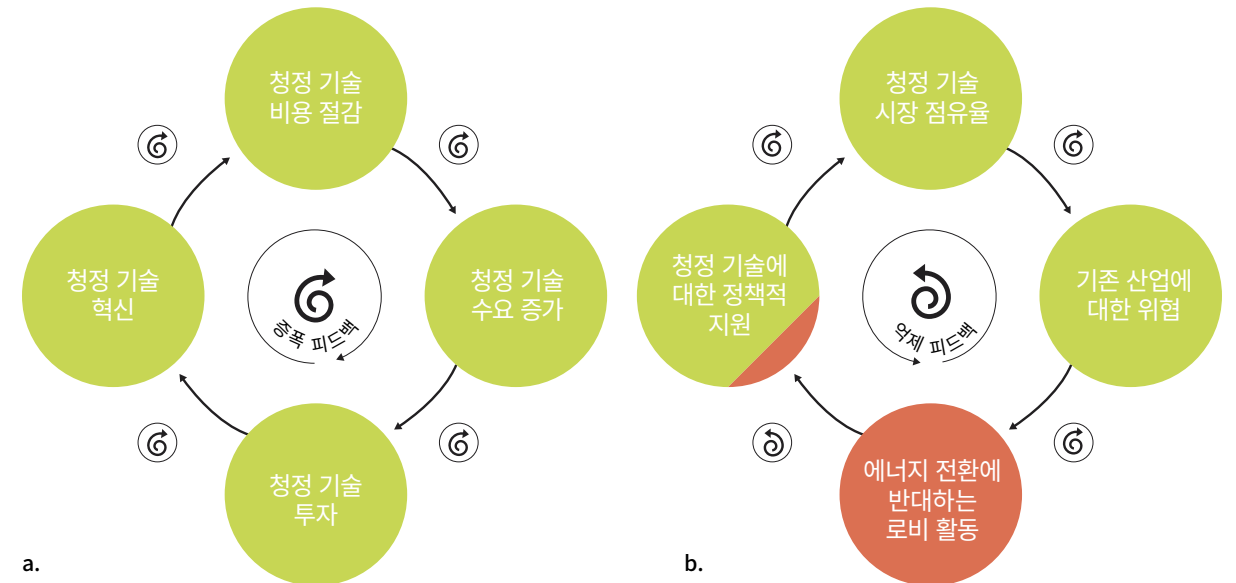


그림 3.3 증폭 피드백(amplifying feedbacks)과 억제 피드백(dampening feedbacks): (a) 청정 기술의 개발과 확산을 보여주는 증폭 피드백 루프. (b) 산업계의 로비가 청정 기술 전환을 위한 정책 지원에 부정적인 영향을 미칠 수 있음을 보여주는 억제 피드백 루프.¹⁵³

예를 들어 현재 진행 중인 재생에너지 전환, 특히 태양광 발전은 S-곡선의 궤적을 따르고 있다. 전력 생산에서 화석연료를 대체할 수 있는 가능성이 현실화되는 것은 중요한 긍정적 티핑 포인트가 될 수 있다. 긍정적 티핑 역학은 다양한 사회적 혁신에서도 관찰되고 있다. 예를 들어 공공보건(공공장소 흡연 금지 등), 공공안전 규제(안전벨트 착용 의무화 등), 사회적 규범(혼인 평등권 등) 등이 이에 해당한다.^{154,155}

모든 시스템이 똑같은 정도로 티핑 역학에 영향을 받는 것은 아니다. 태양광 패널 설치나 금연처럼 쉽게 확산할 수 있는 변화는 티핑 포인트에 도달할 가능성이 더 높다. 반면 높은 자본 비용이 들거나 대체 속도가 느리고, 문화적으로 깊이 뿌리내린 관행에 기반한 시스템은 변화 속도가 더딘 경향이 있다. 이러한 시스템의 전환을 이끌어내려면 더 오랜 기간에 걸쳐 여러 개입을 서로 조율하며 추진해야 한다.¹⁵⁶ 이러한 차이를 사전에 파악하는 것은 과도한 기대를 갖는 것을 피하고, 각 변화 단계에서 긍정적 티핑 포인트를 만들어낼 가능성이 가장 높은 개입에 자원을 배분하기 위해 필수적이다.

상호작용과 긍정적 티핑 연쇄

긍정적 티핑이 단독으로 일어나는 경우는 드물다. 복잡한 시스템에서는 다양한 분야와 수준에서 이루어지는 여러 행동들이 서로 상호작용하면서 긍정적 티핑 포인트가 나타나는 경우가 많다. 이러한 상호작용은 긍정적 티핑 연쇄(positive tipping cascades)를 만들어낼 수 있다.¹⁶⁰ 에너지 시스템에서 배터리 에너지 저장 비용의 급락은 태양광과 풍력 발전의 활용 가능성을 높이고 비용을 낮추는 계기가 되었다. 저렴한 재생에너지는 다시 그린수소(green hydrogen) 생산의 경제성을 개선하고, 이는 그린스틸(green steel) 생산이나 비료 및 대체 선박 연료를 위한 그린암모니아(green ammonia) 생산의 가능성을 높인다.¹⁶⁶ 이러한 상호작용은 여러 분야와 수준에서 다수의 시스템에 동시에 영향을 미칠 수 있는 ‘슈퍼 레버리지 포인트(super leverage points)’의 가능성을 보여준다. 또한 국내외적으로 행동과 정책을 조율하고 추진 순서를 정하기 위해 협력하는 것이 중요함을 보여준다.¹⁴¹

긍정적 티핑 포인트의 형성



긍정적 티핑 포인트는 현 상태를 유지하는 억제 피드백을 약화시키는 동시에 변화를 가속화하는 증폭 피드백을 강화하는, 일련의 의도적인 개입을 통해 발생한다.^{143,144} 긍정적 티핑 역학을 형성하기 위해서는 다음 세 가지 영역에서의 개입이 특히 중요하다.

1. 목표 설정 및 시스템 전환을 위한 경로 파악 단계
2. 핵심 레버리지 포인트와 전환을 위한 여건 파악 단계
3. 전환의 거버넌스 및 행동 조율 단계



1. 목표 설정 및 시스템 전환을 위한 경로 파악 단계

앞 장에서 살펴본 것처럼 명확한 목표, 목표로 향하는 신뢰할 수 있는 경로, 주체성은 긍정적 티핑 포인트를 만들어내는 희망의 핵심 요소다. 목표를 새로 설정하거나 기존의 글로벌 목표에 맞추고, 시스템 전환을 위한 경로를 파악하는 것은 개인, 공동체, 정부, 기업, 시민사회가 공동의 전략을 중심으로 결집하도록 돕는다. 이는 전환을 가속화하는 혁신과 투자, 적응으로 이어진다. 생물다양성 손실을 멈추거나 지구 평균기온 상승을 1.5°C 이내로 제한하는 것처럼 이미 목표가 설정되어 있는 경우에는 영향력을 미칠 수 있는 범위 안에서 어떻게 기여할 것인지에 초점을 맞춰야 한다. 중요한 것은 긍정적 티핑 전략이 변화로 삶과 생계에 영향을 받게 될 사람들의 가치와 정체성을 반영해야 한다는 점이다. 그렇지 않으면 변화에 대한 갈등이 계속되고 전환 역시 불안정해질 수 있다.

긍정적 티핑 포인트를 만드는 과정에는 변화가 가시적으로 나타나기까지 오랜 여건 조성 단계가 수반될 수 있으며, 이때 정치적 지지가 약화될 수 있다.^{165,167} 따라서 여건 조성 단계에서도 장기적인 목표에 대한 신뢰를 유지하는 것이 중요하다. 초기 개입을 통해 건강 개선, 비용 절감, 고용 창출, 공공서비스 개선과 같은 가시적이고 단기적인 부수 혜택이 나타나면 이러한 신뢰는 더욱 강화된다.^{162,164} 일부 혜택이 초기에 실현되도록 개입의 순서를 조정하면, 억제 피드백이 더욱 강해질 수 있는 이후의 더 혼란스러운 단계에서도 지지를 유지할 수 있는 강력한 연합을 구축하는 데 도움이 된다.^{161,168,169} 공동의 목표를 설정하거나 실행할 때는 불확실성과 어려운 상충관계, 좌절을 솔직하고 투명하게 논의해야 한다. 이는 특히 정부와 제도에 대한 신뢰가 낮아지는 상황에서 신뢰와 정당성을 강화하는 데 도움이 된다.^{170,171}

2. 핵심 레버리지 포인트와 전환을 위한 여건 파악 단계

명확한 방향이 설정되면, 다음 단계는 변화를 촉진하고 가속할 수 있는 레버리지 포인트(leverage point) 또는 개입 수단을 파악하는 것이다. 긍정적 티핑 포인트가 개별적인 행동에서 비롯되는 경우는 드물며, 여러 개입이 동시에 또는 순차적으로 이루어질 때 나타난다.¹⁵⁶ 이러한 개입에는 다음과 같은 것들이 포함된다.

- 성능과 품질을 향상시키고 비용을 낮추는 기술 혁신
- 보조금이나 세금과 같은 경제적 인센티브
- 인프라 구축을 장려하고 자금을 지원하는 정책적 개입 (예: 전기차 충전 네트워크)
- 대중의 수용성과 수요를 늘리는 사회적 규범의 변화
- 인식 확산과 모방을 유도하는 커뮤니케이션 및 가시성

이러한 개입은 빠른 전환에 필요한 여건을 만들어낸다. 여기에는 경제성(affordability), 매력도(attractiveness), 접근성(accessibility)이 포함된다. 경제성은 혁신 기술이 기존 대안과 비교해 가격 경쟁력을 갖추게 되는 것을 의미하며, 매력도는 혁신이 성능 개선, 편의성, 사회적 가치 측면에서 분명한 이점을 제공하는 것을 말한다. 접근성은 혁신을 통해 많은 사람이 참여할 수 있도록 인프라, 금융 및 그 밖의 지원을 제공하는 것을 의미한다.

이러한 개입이 상호작용하면 서로를 강화한다.¹⁴⁴ 비용이 낮아지면 수요가 증가하고, 수요가 늘어나면 투자가 촉진된다. 가시성이 높아지면 사회적 수용성이 강화되고 수요도 증가한다. 예를 들어 노르웨이에서는 효과적인 캠페인을 통해 전기차 사용을 늘리기 위한 정책적 인센티브가 마련되었다.¹⁷² 전기차 도입이 확대되자 제조업체들은 생산량을 늘리고 성능을 개선하는 동시에 비용을 낮췄다. 또한 충전소에 대한 투자와 배터리 성능 향상으로 전기차를 일상적으로 이용하기가 더욱 편리해졌다.¹⁶⁰



3. 전환의 거버넌스 및 행동 조율 단계

거버넌스는 티핑 역학의 발생과 방향, 그리고 결과를 좌우한다.^{140,173} 정부와 기업, 시민사회 등 모든 주체는 전환의 각 단계에서 저마다 중요한 역할을 수행한다. 시민 주도의 풀뿌리 운동은 사회적 규범을 변화시키고 새로운 아이디어에 대한 대중의 지지를 이끌어낼 수 있다.¹⁷⁴ 기업과 투자자는 혁신을 확산시키고 자본을 동원할 수 있다. 정부는 새로운 기술과 방식의 도입을 촉진하는 정책과 인프라, 규제 체계를 마련할 수 있다.

변화는 이러한 주체들의 상호작용을 통해 이루어지며, 때로는 서로 긴밀한 협력과 조율을 통해 일어난다. 지역 차원에서의 초기 실험과 소규모 성공 사례는 이후 국가 및 국제적 차원의 정책에 영향을 미칠 수 있다.^{140,173} 동시에 정책은 기업가와 연구자, 지역사회가 개발한 혁신이 더 넓은 규모로 확산되도록 지원할 수 있다. 특히 다음 세 가지 거버넌스의 역할이 중요하다.

- 변화를 위한 여건 조성하기
- 기회를 포착하고 행동하기
- 새로운 시스템 상태를 안정화하기

변화를 위한 여건 조성하기

티핑 포인트가 나타나기 전 거버넌스는 해결책이 개발되고 확산될 수 있는 여건을 조성하는 데 초점을 맞춘다. 이러한 초기 여건 조성 단계에는 큰 변화가 눈에 띄게 나타나기 전까지 오랜 기간에 걸쳐 실험과 투자, 연합 구축이 이루어지는 경우가 많다. 정부와 자선단체, 그 밖의 기관들은 초기 단계의 혁신을 지원하고 새롭게 등장하는 기술과 방식이 시장에 확산될 수 있는 기반을 마련한다. 이 단계에서 핵심 원칙은 ‘먼저 세우고, 그다음 허문다(first build, then break)’이다. 기존 시스템을 대체하기 위해서는 먼저 새로운 시스템이 실현 가능한 대안으로 자리 잡아야 한다.^{168,175} 예를 들어 많은 국가들은 재생에너지가 화석연료와 비교해 비용 경쟁력을 갖추기 훨씬 이전부터 재생에너지 연구와 실증 사업에 투자해 왔다. 덴마크는 1970년대 전 세계적인 에너지 위기를 계기로 풍력 발전 중심으로 과감한 전환을 추진했다.¹⁷⁶ 이러한 초기 투자는 기술적 역량과 공급망을 구축하고, 대중의 친숙도를 높이는 기반이 되었다.

이 단계의 거버넌스는 즉각적으로 기존 시스템을 흔들기보다, 향후 규모를 키울 수 있는 대안을 육성하는 데 중점을 둔다. 기존 시스템을 이해하는 것도 중요하다. 많은 시스템은 인프라, 규제, 보조금, 경제적 이해관계, 사회적 관습에 의해 유지되며, 이는 변화를 어렵게 만들 수 있다. 이러한 저항의 원인을 파악하면 정책 입안자와 그 밖의 주체들이 이를 약화시키는 동시에 대안을 강화하고, 새로운 안정 상태로의 공정한 전환을 뒷받침하는 전략을 설계할 수 있다.

기회를 포착하고 행동하기

티핑 역학은 시스템이 변화에 유난히 민감하게 반응하는 시기에 빠르게 진행되는 경우가 많다. ‘기회의 창’ 또는 ‘결정적 국면’이라고 불리는 이러한 순간은 기술적 돌파구, 경제·정치적 변화, 환경 위기 또는 여론의 변화로 인해 나타날 수 있다.^{143,156} 예를 들어 2022년 우크라이나 전쟁으로 천연가스 공급이 차질을 빚자, EU는 재생에너지로의 전환을 가속하고 에너지 효율을 개선해 천연가스 의존도를 낮추고자 했다. 그 결과 2022년 한 해에만 EU의 가스 수요는 13% 감소했다. 이는 역사상 가장 큰 감소폭으로, 재생에너지 발전설비 확대, 에너지 효율 개선, 행동 변화가 가스 수요의 구조적 감소에 기여했다.¹⁷⁷

중요한 것은 이러한 순간을 인식하고 신속하게 대응하는 것이다. 대응이 늦어지면 반대 세력이 다시 영향력을 행사하면서 변화를 지연시키거나 심지어 되돌릴 수 있다. 따라서 이에 대비하기 위해서는 시나리오 계획을 수립하고, 시스템의 변화를 모니터링하고 모델링하며, 여건이 변화했을 때 신속하게 조치를 취할 수 있는 연합을 구축하는 등의 노력이 필요하다.^{163,174}

새로운 시스템 상태를 안정화하기

티핑 포인트를 넘은 뒤에도 새로운 시스템이 안정되기까지는 한동안 급격한 변화가 지속될 수 있다. 전환이 지속가능하고 공정한 결과로 이어지도록 하는 것은 매우 중요하다. 전환이 공정하고 포용적이라고 인식될 때 성공할 가능성이 더 높기 때문이다.¹⁷⁸ 많은 환경 문제는 사회적·경제적 불평등과 밀접하게 연결되어 있으며, 거버넌스가 제대로 작동하지 않는 전환은 이러한 불평등을 더욱 심화시킬 수 있다.¹⁷⁹

급격한 변화가 새로운 불평등이나 병목현상, 환경적 부담을 초래하지 않도록 하려면 변화에 따른 비용과 혜택이 공정하게 분배되어야 하며, 의사결정 과정은 투명하고 포용적으로 운영되어야 한다. 또한 다양한 가치와 생계수단이 존중되어야 한다.

이를 위한 실질적인 방안으로는 참여형 의사결정, 사회 안전망 강화, 재교육 프로그램, 대상별 공공투자 등이 있다.¹⁸⁰ 이러한 조치는 혼란스러운 변화의 시기에도 대중의 신뢰와 정치적 정당성을 유지하는 데 도움이 될 수 있다. 반대로 이러한 요소를 간과한 전환은 광범위한 저항과 반발을 초래할 수 있다.

예를 들어 재생에너지로의 전환에는 높은 초기 비용, 공급망 및 노동 인력 역량의 변화, 그리고 새로운 전력망 인프라 구축이 수반된다. 이러한 과제를 적절히 관리하지 못하면 대중의 지지가 약화되고 새롭게 형성되는 시스템의 안정성도 흔들릴 수 있다. 따라서 이 단계에서의 거버넌스는 새로운 시스템을 뒷받침하는 제도와 사회적 지지를 강화하는 동시에, 관련 규제와 인프라를 마련하는 것을 포함한다.

독일의 석탄지역 구조강화법(Structural Strengthening Act for Coal Regions)은 이러한 전환에 수반되는 지원의 규모를 잘 보여준다. 독일은 영향을 받는 노동자의 재교육을 지원하고, 재생에너지 비중 확대에 필요한 신규 인프라와 전력망 및 교통망 개선을 추진하기 위해 400억 유로를 투입했다.¹⁸¹ 정책은 전환이 초래할 장기적인 사회·경제적 영향을 고려하고, 전환의 혜택이 사회 전반에 고르게 공유되도록 해야 한다.^{175,182,183}

티핑 역학을 새로운 안정 상태로 이끄는 과정에서 가장 큰 과제는 불확실성이다. 복잡한 시스템은 본질적으로 예측이 어렵고, 사회·생태·경제·정치 시스템의 역학이 상호 연결되어 있기 때문이다. 따라서 거버넌스 전략은 변화를 정밀하게 통제하려 하기보다 적응과 학습 역량을 강화해야 한다. 시스템을 지속적으로 모니터링하고, 전략을 수정하며, 새로운 정보에 대응하는 것은 전환을 관리하는 데 필수적이다.¹⁸⁴ 실제로 이는 정책과 개입을 고정된 계획이 아니라 변화에 따라 계속 조정해 나가는 과정으로 다루는 것을 의미한다.



이를 위한 실질적인 방안으로는 참여형 의사결정, 사회 안전망 강화, 재교육 프로그램, 대상별 공공투자 등이 있다. 이러한 조치는 혼란스러운 변화의 시기에도 대중의 신뢰와 정치적 정당성을 유지하는 데 도움이 될 수 있다.

긍정적 티핑 포인트의 신호

시스템이 티핑 포인트에 가까워지거나 이를 넘어섰음을 보여주는 신호를 파악하면 의사결정자는 전략을 조정하고 자원을 보다 효과적으로 재배분할 수 있다. 이러한 순간을 너무 이르게 판단하면 아직 충분히 성장하지 않은 대안에 대한 지원이 조기에 중단될 수 있다. 반대로 너무 늦게 인식하면 새로운 시스템 상태를 강화하고 안정화할 기회를 놓칠 수 있다. 실제로 티핑 포인트는 명확하게 구분되는 하나의 사건으로 나타나는 경우가 드물며, 대개 시간이 지나면서 점차 분명해진다.

시스템이 티핑 포인트에 가까워지거나 이를 넘어섰음을 보여주는 신호는 다음과 같다.

- 1. 변화의 가속:** 변화가 가속화되거나 비선형적으로 나타난다. 다만 변화의 가속화만으로 반드시 티핑 포인트에 도달했다고 볼 수는 없다. 급격한 성장은 때때로 일시적인 인센티브와 단기간의 관심으로 인해 나타날 수도 있기 때문이다. 초기 지원책이 축소되거나 중단된 이후에도 가속이 계속된다면 티핑 포인트에 도달했을 가능성이 높다.
- 2. 반발의 증가:** 새로운 혁신이 티핑 포인트에 가까워질수록 기존 시스템을 뒤흔들고 대체할 가능성이 더욱 뚜렷해지면서, 기존 이해관계자들의 반발도 커질 수 있다. 기존 세력이 시스템을 주도하는 역할에서 점차 쇠퇴하는 영향력을 지키는 데 집중하기 시작한다면, 이는 시스템이 전환의 경계에서 점점 더 불안정해지고 있음을 보여주는 신호다. 이러한 시기는 불안정성과 변동성, 예측 불가능성이 큰 과도기적 단계라 할 수 있다. 이때 정부 정책, 기업의 참여, 공론, 금융 투자 등은 일관된 방향으로 움직이기보다 전환을 촉진하기도 하고 약화시키기도 하면서 복합적으로 작용한다.
- 3. 저항의 약화:** 전환이 추진력을 얻을수록 기존 이해관계자들이 변화를 저지할 수 있는 영향력과 능력은 점차 약화된다.
- 4. 기대의 변화:** 기대가 변화하는 것도 티핑 포인트 도달을 시사하는 신호다. 정부, 투자자, 기업, 가계는 새로운 시스템이 자리 잡을 것이라는 전제 아래 선제적으로 의사결정을 내리기 시작할 수 있다. 새로운 인프라에 대한 장기 투자, 신흥 산업을 위한 인력 양성, 미래 기술에 부합하는 새로운 규제 기준 마련 등이 이에 해당한다.¹⁶⁰
- 5. 자기증폭적 역학:** 티핑 포인트를 넘어섰음을 보여주는 가장 강력한 신호는 변화가 스스로 추진력을 갖게 되는 것이다. 이 단계에서는 지속적인 외부 개입이 없어도 자기증폭적 과정이 계속해서 전환을 이끈다. 예를 들어 비용 하락과 시장 확대가 공공 보조금 없이도 민간 투자를 끌어들이거나, 새로운 사회 규범이 별도의 캠페인 없이도 사람들의 모방을 통해 확산되는 경우가 이에 해당한다.¹⁵⁴

자연과 기후, 인간의 웰빙을 위한 글로벌 목표를 필요한 규모와 속도로 달성하려면, 긍정적 티핑 포인트로 이어지는 전환의 과정을 설계하고 상황에 맞게 관리하며 전환을 가속화하는 것이 필수적이다. 다음 장에서는 생물다양성 손실과 기후변화의 가장 중요한 직접적 요인 가운데 세 가지인 에너지, 식량, 금융 시스템에서 나타날 수 있는 긍정적 티핑 포인트의 가능성을 살펴본다.

○

자연과 기후, 인간의 웰빙을 위한 글로벌 목표를 필요한 규모와 속도로 달성하려면, 긍정적 티핑 포인트로 이어지는 전환의 과정을 설계하고 상황에 맞게 관리하며 전환을 가속화하는 것이 필수적이다.

제4장

생물다양성 손실을 초래하는 시스템의 전환

앞 장에서 설명한 긍정적 티핑 포인트의 역학을 이해하면, 필요한 규모와 속도로 전환을 이루기 위해 개입 방식을 전략적으로 설계하고 공동의 행동을 조직화하는 데 도움이 될 수 있다. 개인이든 집단이든 우리 각자가 영향력을 발휘할 수 있는 지점을 파악하는 것은 신뢰할 수 있는 경로를 열고 주체성을 높여 희망을 만들어낸다.

긍정적 티핑 포인트를 촉발하거나 가속화할 수 있는 주체성은 개인부터 기관, 스타트업부터 다국적 기업, 지방의회부터 국가 정부, 지역사회 단체부터 다자간 기구에 이르기까지 다양한 주체와 수준에서 나타날 수 있다. 긍정적 티핑 포인트는 국가마다 그리고 특정 지역에서 전 지구적 규모에 이르기까지 서로 다른 속도와 방식으로 전개될 수 있지만, 모두 공통된 목표를 향하고 있다.

조직화된 행동은 티핑 포인트가 여러 규모와 국가, 부문에 걸쳐 연쇄적으로 이어지게 만들 수 있다. 예를 들어 현재 진행되고 있는 에너지 전환 과정에서 태양광 패널은 이제 전 세계 대다수 국가에서 가장 저렴한 발전 기술이 되었다. 그 개발과 생산은 소수의 국가(독일, 일본, 중국, 미국)가 주도해 왔지만, 저렴한 태양광 발전(PV) 시스템의 보급은 이제 다양한 환경에서 혁신과 도입을 촉진하고 있다. 이러한 확산은 아시아와 사하라 이남 아프리카의 농촌 가구에 전력을 공급하고, 식량 및 의료 공급망의 회복력을 높이며, 교통과 가정 난방의 전기화를 가속하고 있다(박스 4.1).¹⁶⁶

이 장에서는 에너지 부문의 탈탄소화 가속화, 식량 생산 및 소비 모델의 변화, 금융 흐름과 인센티브의 전환을 통해 에너지, 식량, 금융 부문에서 긍정적 티핑 포인트가 지닌 잠재력에 주목한다. 이어지는 분석에서는 긍정적 티핑 포인트를 향해 나아가고 있음을 보여주는 (진전의) 신호와, 이러한 진전을 지속하기 위해 활용할 수 있는 잠재적 레버리지 포인트, 그리고 새로운 안정 상태로의 전환을 가속화하기 위해 극복해야 할 장벽을 살펴본다.

또한 전환이 공정하고 형평성 있게 이루어지고 의도하지 않은 부정적 결과를 피할 수 있도록 반드시 다뤄야 할 핵심 영역도 논의한다. 각 부문의 전환이 S-곡선상 어느 단계에 있는지(여건 조성, 가속화, 안정화 단계) 파악해 진전 상황을 비교하고, 전환을 가속화하기 위한 향후 개입 방향을 제안한다.

이 장에서는 에너지 부문의 탈탄소화 가속화, 식량 생산 및 소비 모델의 변화, 금융 흐름과 인센티브의 전환을 통해 에너지, 식량, 금융 부문에서 긍정적 티핑 포인트가 지닌 잠재력에 주목한다.



에너지 시스템 전환

화석연료에서 재생에너지로의 전환은 기후변화와 그로 인한 자연 훼손에 대응하는데 반드시 필요하다. 현재 에너지 시스템은 전 세계 온실가스 배출량의 약 4분의 3을 차지한다.¹⁸⁵ 지속가능하고 살기 좋은 미래를 위해서는 에너지 시스템의 탈탄소화를 추진하고, 모든 사람이 필요한 에너지를 이용할 수 있도록 보장하면서 온실가스 배출량을 빠르게 줄여야 한다.^{186,187} 여기에는 기후변화에 대한 책임이 가장 적은 국가들의 공정한 성장과 발전을 지원하는 동시에, 화석연료에 의존하는 발전 방향을 지양하는 것이 포함된다.

재생에너지와 전기화 확대는 이를 실현할 수 있는 유일한 경로다. 태양광과 풍력은 모듈화가 가능하고, 대량 보급이 용이하며, 도입 과정에서 학습 효과(learning curve)가 빠르게 나타나 신속하게 확산될 수 있다.^{188,189} 태양광과 풍력 발전 모두 지난 20년간 비용은 낮아지고 성능은 크게 향상되었으며, 특히 태양광 발전은 역사상 가장 빠르게 성장한 발전 기술이 되었다(박스 4.1).¹⁸⁹ 재생에너지와 전기화된 주택, 교통, 산업을 기반으로 하는 새로운 에너지 시스템은 기후변화 대응을 넘어 화석연료의 채굴, 가공, 운송, 연소 과정에서 발생하는 환경적·사회적 피해도 줄일 수 있다.

에너지 안보와 주권, 가격 안정성 역시 중요한 고려사항이다. 하룻밤 사이 유가가 네 배로 뛰었던 1973~1974년 석유 수출 금지 조치부터 2026년 호르무즈 해협 봉쇄에 이르기까지 50년에 걸친 석유 위기의 역사는, 화석연료에 계속 의존하는 것이 에너지 안보를 저해하고 경제적 안정을 위협한다는 사실을 보여준다.¹⁹⁰⁻¹⁹²

화석연료는 국제적으로 거래되는 자원으로 지정학적 위험에 노출되어 있고 가격 급등에도 취약하다. 반면 태양광과 풍력은 비교적 낮은 비용으로 풍부한 국내 에너지 자원을 안정적으로 활용할 수 있다.

재생에너지 전환으로 얻을 수 있는 경제적·안보적·기후적·사회적 이점은 분명하지만, 재생에너지 역시 환경에 영향을 끼치므로 신중한 관리가 필요하다. 예를 들어 태양광과 풍력 시스템에는 핵심 광물이 필요한데, 이는 전 세계에서 극히 일부 지역에서만 채취된다. 때문에 일부 광물은 새로운 채굴이 필요할 수 있지만, 사용된 핵심 광물을 회수하고 재사용해 사실상 무한히 순환할 수 있는 순환형 재활용 비즈니스 모델을 구축할 수 있는 가능성이 훨씬 더 크다. 적극적인 전환 시나리오에서는 1억 2,500만 톤의 광물을 채굴하면 전 세계 자동차를 모두 전기화하는 데 필요한 배터리를 공급할 수 있으며, 한 번 채굴된 광물은 이후 무한히 재활용될 수 있다. 이는 매년 채굴·가공되는 석유량의 17분의 1에 불과한 규모다.¹⁵⁹ 또한 재생에너지 발전시설을 생물다양성이 풍부한 지역을 피해 설치할 경우, 자연에 미치는 영향을 줄일 뿐 아니라 새로운 에너지 시스템은 더 깨끗한 공기와 더 나은 건강, 더 조용한 도시를 가져올 것이다.^{193,194}

화석연료에 계속 의존하는 것은 에너지 안보를 저해하고 경제적 안정을 위협한다.



태양광이나 풍력처럼 저비용의 모듈형 재생에너지를 기반으로 한 전기화된 에너지 시스템은 전환을 **더 공정하게** 만들 수 있다. 유연성과 적응력이 높으며, 비용이 낮고 회복탄력성이 뛰어나기 때문이다. 또한 온실가스 배출을 줄이고 자연에 미치는 물리적인 영향을 최소화할 수 있어 **더 친환경적이다**. 화석연료에 비해 요구되는 자원 채굴량이 적고, 다른 재생에너지원보다 인프라의 환경 영향이 상대적으로 적다. 아울러 모듈화가 가능하고 학습 효과가 빠르게 나타나기 때문에 보급을 기하급수적으로 확대할 수 있어 **더 빠른** 전환이 가능하다.

박스 4.1 태양광 발전의 부상

현재 태양광 발전(PV) 기술의 폭발적인 성장은 결코 필연적인 결과가 아니었다. 이는 반복되는 에너지 안보 위기, 에너지 주권을 확보하기 위한 전략, 환경과 건강에 대한 우려 등에 대응해 정책적으로 추진된 일련의 의도적인 조치의 결과다.

태양전지는 1883년에 발명되었지만, 상업적으로 이용 가능한 최초의 모델은 1954년 미국 기업 벨 연구소(Bell Labs)가 개발했으며, 우주 위성에 전력을 공급하는 용도로 활용되기 시작했다.¹⁹⁵ 1973~1974년 석유 수출 금지 조치는 수입 석유와 가스에 의존하는 경제의 취약성을 드러냈고, 이후 미국과 일본을 중심으로 각국 정부는 국가 안보의 최우선 과제로 대체 에너지에 대한 투자를 확대했다.¹⁹⁶ 이는 태양전지 설계와 생산 기술의 발전으로 이어졌다.

1980년대 들어 미국의 관심은 줄어들었지만, 일본 정부는 소비자 전자제품과 가정용 태양광 보급 프로그램을 통해 태양광 기술 혁신과 시장 확대를 계속 지원했다.

특히 가정에서 생산하고 남은 태양광 전력을 전력망에 판매할 수 있도록 한 발전차액지원제도(Feed-in Tariffs)는 태양광이 자리 잡는 데 중요한 역할을 했다. 2000년에 이르러 태양광 패널 가격은 20분의 1 수준으로 떨어졌고, 일본은 세계 태양광 시장을 선도하는 국가가 되었다.¹⁹⁶

두 번째 주요 전환점은 2000년대 초 독일에서 나타났다. 태양광 발전 의무목표제와 발전차액지원제도는 공급과 수요를 빠르게 확산시켰다. 초기 사용자의 경험과 정보가 주변으로 확산되는 사회적 확산 효과도 태양광 보급 확대에 큰 역할을 했다.

한편 중국 정부는 태양광 발전을 전략적 산업 기회로 인식하고, 국내 생산에 대규모 보조금을 지원했다. 이는 독일의 높은 수요와 국제 금융 지원에 힘입어 생산 규모를 급속히 확대하는 계기가 되었다. 그 결과 2005년에서 2010년 사이 태양광 생산 용량은 100배 증가했고, 태양광 패널 가격은 급격히 하락했으며, 중국은 세계 시장의 60%를 차지하게 되었다. 중국은 이러한 집중적인 지원을 바탕으로 내수 시장도 크게 성장시켰다.¹⁹⁷

최근 태양광 보급이 급증하는 것 역시 에너지 안보에 대한 관심이 다시 커지고 있음을 보여준다. 모모듈화되어 있어 신속하게 보급이 가능하고, 자국 내에서도 생산할 수 있는 태양광 발전은 에너지 안보와 경제적 안정성을 위한 국가 전략의 핵심 수단으로 다시 부상할 가능성이 있다. 태양광 발전은 S-곡선의 가파른 가속화 단계를 따라 급격하게 성장하고 있으며, 한 때 틈새 기술에 불과했던 태양광 발전은 이제 안전하고 자립적인 에너지 시스템의 핵심 축으로 빠르게 자리매김하고 있다.



S-곡선을 따른 진행 상황 추적

에너지 시스템의 근본적인 변화는 이미 진행되고 있다. 태양광은 이제 대부분의 국가에서 가장 저렴한 발전원이 되었다. 신규 대규모 (utility-scale) 태양광 발전의 평균 발전단가는 MWh당 미화 38~78달러, 천연가스(MWh당 미화 48~109달러)보다 낮다.^{198,199} 그 결과 태양광 발전은 3년마다 두 배로 증가하는 기하급수적 성장세를 보이며(그림 4.1), 지속적으로 기존 전망치를 뛰어넘고 있다.^{200,201} 특히 2025년에는 태양광 발전 보급이 크게 확대되면서, 사상 처음으로 청정에너지원만으로 신규 전력 수요 전체를 충족할 수 있을 만큼 빠르게 성장했다.²⁰² 풍력 발전 역시 다소 완만한 속도이지만 계속 성장하고 있다.²⁰³ 전 세계적으로 에너지 시스템은 이미 티핑 포인트를 훨씬 넘어 가속화 단계에 진입했다(그림 4.3a).

전 세계 태양광 발전량, 3년마다 2배 증가
태양광 발전을 통한 전력 생산량(TWh)

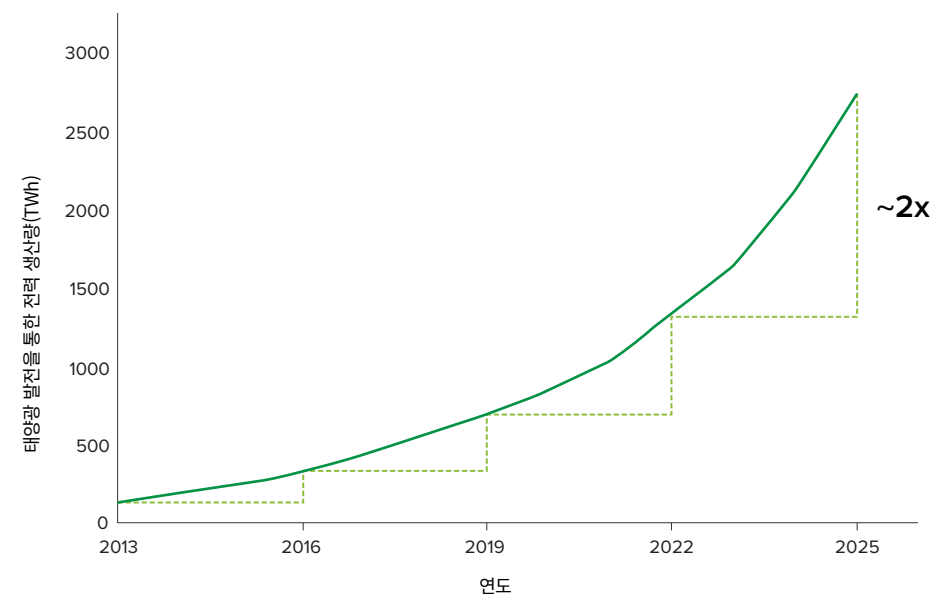


그림 4.1 전 세계 태양광 발전량(TWh)은 3년마다 두 배로 증가하고 있으며, 특히 2021~2024년 사이 가장 빠른 성장률을 기록했다. 현재 태양광은 대부분의 국가에서 가장 저렴한 발전원으로 자리 잡았다. 출처: Ember (2026)²⁰⁴

국가마다 S-곡선상 위치는 상당히 다르지만, 빠른 성장을 위한 여건은 거의 모든 곳에서 갖춰져 있다. 중국의 태양광 패널 대량 생산으로 가격이 충분히 낮아지면서, 많은 국가에서 가정용 태양광 시스템을 널리 이용할 수 있게 되었다.²⁰⁵ 파키스탄의 ‘태양광 열풍’(박스 4.2)은 사람들이 집단적 주체성을 발휘해 의사결정자와 시장에 영향을 미친 대표적인 상향식(bottom-up) 사례다.¹⁸⁹



박스 4.2 파키스탄의 태양광 열풍

파키스탄은 2024년 17GW 규모의 태양광 패널을 수입했으며, 이는 전년 대비 두 배 증가한 규모로 신규 태양광 설비 시장에서 세계 3위 국가로 부상했다. 파키스탄의 경제 위기로 인한 루피화 가치 하락, 국제 연료가격 상승, 가동률이 낮은 화력 발전소를 유지하기 위해 발생하는 고정비용, 산업 및 가정용 보조금 폐지 등이 전기요금의 가파른 상승을 초래했다. 3년간 전기요금이 최대 155%까지 상승하면서 전력망을 통한 전력 공급은 감당하기 어려운 수준이 되었고, 수요와 투자가 감소하면서 공급도 점차 불안정해졌다. 동시에 전 세계적으로 태양광 패널 가격이 빠르게 하락하고, 태양광 패널에 대한 수입 관세 및 판매세 면제 등의 정부 정책이 맞물리면서, 가정용 태양광은 전력망 전기보다 저렴하고 안정적인 전력 공급원으로 자리 잡게 되었다.

농업 부문도 마찬가지다. 경유 보조금이 폐지되면서 태양광 관개 펌프를 사용하는 것이 더욱 유리해졌다. 농업은 파키스탄 GDP의 약 20%를 차지하고 전체 노동인구의 38%를 고용하며, 최대 200만 개에 달하는 관개용 우물에 의존하고 있다. 이 우물은 과거 값비싼 수입 경유를 사용하는 발전기에 의존했지만, 태양광으로 빠르게 전환되면서 파키스탄 농촌 지역의 에너지 수요와 전력 이용 방식이 달라지고 있다. 실제로 농업용 전력 사용량은 2024년 한 해에만 34% 증가했다.

파키스탄의 태양광 수입 대부분은 저비용의 소규모 분산형·독립형 태양광 설비를 설치하려는 개인 소비자에 의해 일어난다. 2019~2024년 수입량 가운데 대규모 발전에 사용된 비중은 약 2%에 불과했다. 사회적 확산과 경험을 통한 학습(learning-by-doing)을 통해 만들어지는 증폭 피드백은 태양광 보급을 확대하는 데 중요한 역할을 했다. 이 과정에서 설치 역량과 경험이 축적되었으며, 회복탄력성이 있고 안정적인 저렴한 전력에 대한 접근성이 높아지면서 지역 경제도 강화되었다.^{189,206}



친환경 기술에 대한 투자와 수입 시장은 현재 아시아, 아프리카, 라틴아메리카 전역에서 빠르게 성장하고 있다. 이 국가들은 유럽연합(EU)과 미국보다 더 빠르게 재생에너지로 전환하고 전기화를 이루고 있다(그림 4.2).^{207,208} 이를 통해 각국은 배출량을 줄이고 에너지 안보를 강화하면서도, 전력 접근성과 경제성장을 확대할 수 있다. 그 결과 저비용의 화석탄력성 높은 전력 생산이 가능해지면서 교통, 소프트웨어, 디지털 기술 및 관련 산업 부문에서 지역 차원의 혁신과 새로운 경제적 기회가 창출되고 있다.

신흥시장에서 가속화되는 재생에너지 도약(leapfrog)
태양광 및 풍력(%)

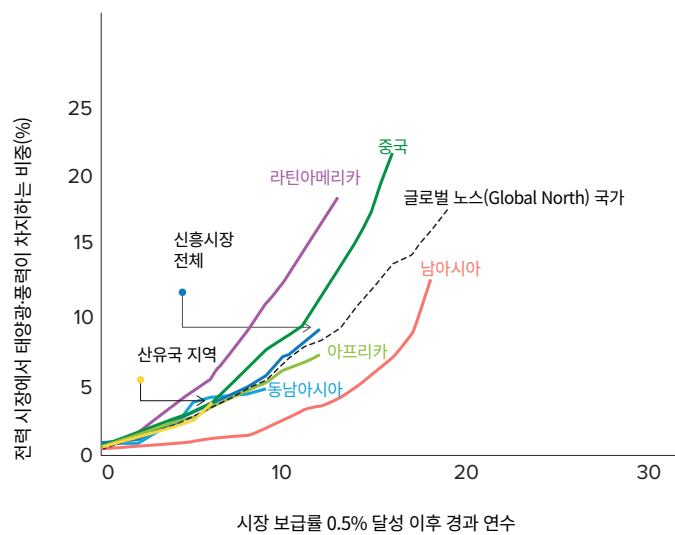
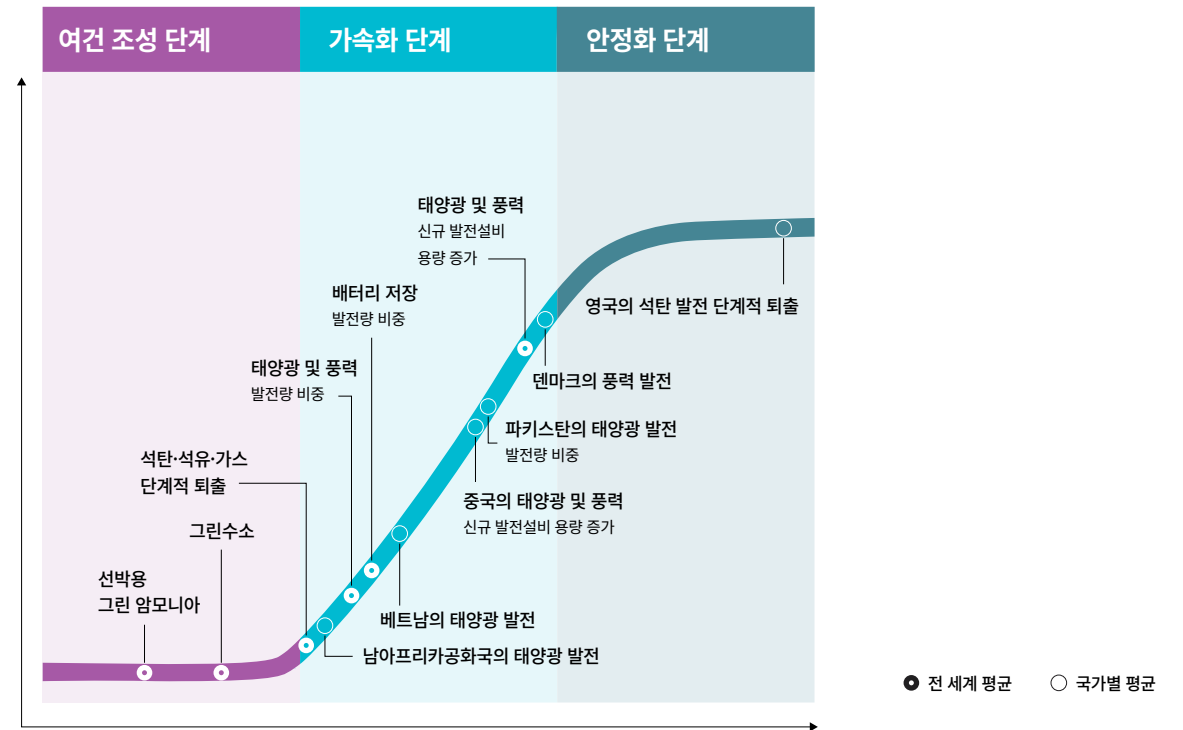


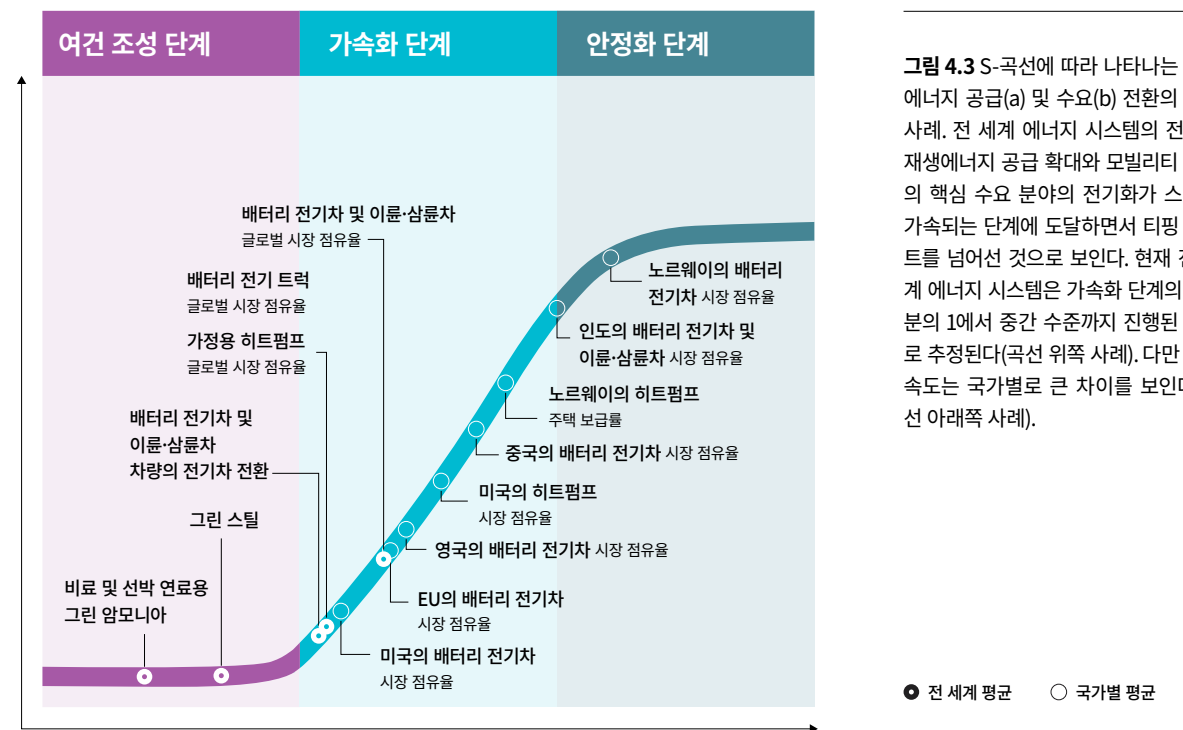
그림 4.2 신흥국에서는 전력 생산을 위한 재생에너지 보급이 빠르게 확대되고 있으며, 많은 경우 그 전환 속도가 글로벌 노스(Global North) 국가보다 빠르게 나타나고 있다. 이 그래프는 재생에너지 발전이 전체 전력 시장의 0.5%를 차지한 시점을 기준으로, 이후 경과한 기간에 따른 재생에너지 발전의 시장 점유율을 보여준다. 라틴아메리카와 중국을 중심으로 한 신흥시장이 글로벌 노스 국가들을 앞서고 있다. 여기서 신흥국에는 라틴아메리카, 아프리카, 남아시아, 동남아시아가 포함된다. 중동과 유라시아를 포함한 산유국 지역(노란색)은 재생에너지 기술 도입이 상대적으로 더디게 진행되고 있다. 데이터 출처: IEA, RMI, Ember, 출처: Ember (2024, 2029)

가정용 설비(주거용 건물의 지붕형 태양광 등)의 경우 사회적 확산이 보급 확대에 중요한 역할을 하고 있다. 사람들은 이웃이나 주변 사람들의 경험을 통해 배우며, 태양광을 접할 기회가 늘어나면서 인지도와 신뢰도가 높아진다.^{210,211} 동시에 경험을 통한 학습은 설치 업체의 역량을 높이고 태양광 산업 전반의 가치사슬을 강화한다. 이는 다시 도입의 장벽을 낮추고 관련 산업에 대한 지지를 강화해 정책에도 영향을 미친다.²¹²

전력은 에너지 시스템의 일부에 불과하지만, 재생에너지 발전 비용이 낮아지면서 에너지 수요를 전기로 전환하는 기술의 보급도 빠르게 확대되고 있으며, 특히 신흥국에서 그 속도가 두드러진다. 건물용 히트펌프는 이미 일부 시장에서 주류 기술로 자리 잡았다. 미국에서는 2024년 히트펌프 판매량이 가스 난방기보다 30% 많았으며, 노르웨이에서는 건물의 60%에 히트펌프가 설치되어 있다(그림 4.3b).¹⁶⁶ 국제적으로 경험을 공유한다면 도입 속도가 더딘 시장에서 장벽을 극복하고 변화를 가속화하는 데 도움이 될 수 있다.



a. S-곡선을 따른 재생에너지 공급 전환 사례



b. S-곡선을 따른 재생에너지 수요 전환 사례

그림 4.3 S-곡선에 따라 나타나는 재생 에너지 공급(a) 및 수요(b) 전환의 진행 사례. 전 세계 에너지 시스템의 전환은 재생에너지 공급 확대와 모빌리티 부문의 핵심 수요 분야의 전기화가 스스로 가속되는 단계에 도달하면서 티핑 포인트를 넘어선 것으로 보인다. 현재 전 세계 에너지 시스템은 가속화 단계의 약 3분의 1에서 중간 수준까지 진행된 것으로 추정된다(곡선 위쪽 사례). 다만 진행 속도는 국가별로 큰 차이를 보인다(곡선 아래쪽 사례).

교통 부문의 탈탄소화는 규모의 경제와 학습효과에 따른 비용 감소와 배터리 성능 향상에 힘입어 기하급수적으로 진행되고 있다(그림 4.3b). 노르웨이가 교통수단의 전기화를 선도하고 있는 가운데, 전 세계적으로 가장 빠르게 성장하고 있는 분야는 도시 내 이동과 라스트마일(last-mile) 배송에 사용되는 소형 이륜·삼륜차다. 인도와 동아프리카, 동남아시아, 중국은 이러한 혁신의 주요 거점으로 부상하고 있다(그림 4.3b). 2024년 전 세계 이륜차 판매량의 38%, 삼륜차 판매량의 80%가 전기차였다.²¹³

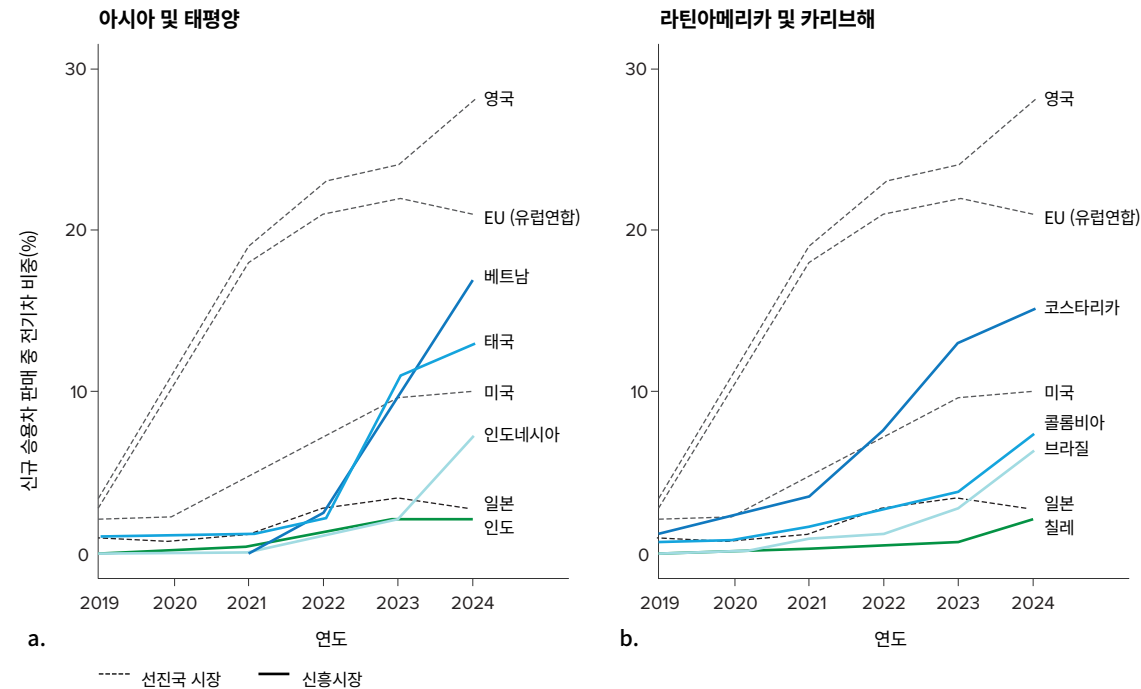


그림 4.4 (a) 아시아 및 태평양과 (b) 라틴아메리카 및 카리브해의 신형시장에서는 선진국 시장에 비해 신규 승용차 판매 중 전기차가 차지하는 비중이 빠르게 증가하고 있다. 유색 선은 신형시장의 신규 승용차 판매 중 전기차 비중을, 회색 선은 선진국 시장의 동일한 비중을 나타낸다. 전기차에는 플러그인 하이브리드 전기차와 배터리 전기차가 포함된다. 데이터 출처: IEA.²⁰⁹ 출처: Ember (2025)²¹⁴

배터리 전기차로의 전환은 유럽과 중국, 미국 등 기존의 주요 시장이 주도해 왔지만, 현재는 제조업체, 특히 중국의 제조업체들이 수출 확대를 모색하면서 다른 시장으로도 빠르게 확산되고 있다(그림 4.4).²¹⁵ 2024년 전 세계 신차 판매의 25% 이상이 전기차였으며, 약 5,800만 대에 달하는 전 세계 배터리 전기차는 하루 약 180만 배럴의 석유 소비를 대체하고 있다.²⁰² 노르웨이에서는 2025년 배터리 전기차가 신차 판매의 96%를 차지했고, 세계 최대 자동차 시장인 중국에서는 2024년 7월 배터리 전기차가 신차 판매의 50%를 넘어섰다.^{213,216} 전기 트럭은 승용차에 비해 전환 속도가 느리지만, 여건 조성 단계에서 가속화 단계로 빠르게 이동하고 있다.²¹⁷

전기차용으로 개발된 성능이 향상되고 가격이 낮아진 배터리는 태양광과 풍력 발전의 지속적인 확대를 가능하게 하고 있다.^{160,202} 대규모 배터리 저장장치와 수백만 대의 전기차에 탑재된 배터리 저장 용량은 전력망의 공급과 수요를 유연하게 조절하고 변화에 빠르게 대응할 수 있는 저렴한 수단이다. 또한 남은 재생에너지 전력을 저장했다가 필요할 때 사용함으로써 간헐적인 태양광과 풍력 발전의 활용도를 높이고 하루 동안 화석연료 발전을 대체하는 데 도움이 된다.^{189,202}



많은 국가가 우리가 필요로 하는 새로운 에너지 시스템을 구축하는 데 있어 이미 티핑 포인트를 넘어섰지만, 기존 시스템을 대체하기까지는 시간이 필요하다. 그러나 이와 관련해서도 긍정적인 신호가 나타나고 있다. 2024년 태양광과 풍력 발전은 전 세계 실제 전력 생산의 약 14%를 차지했으며, 이는 2015년 5% 미만에서 증가한 수치다. 반면 화석연료의 발전 비중은 1940년대 이후 처음으로 전 세계 발전량의 60% 아래로 떨어졌다.¹⁸⁹ 중국과 인도 모두 경제성장과 화석연료 소비 증가의 연결고리를 끊는(decoupling) 단계에 가까워지고 있는 것으로 보이며, 인도는 중국보다도 더 빠르게 태양광 기반 경제로 전환하고 있다.^{189,202,208} 화석연료의 단계적 퇴출은 전 세계적으로 여전히 초기 단계에 머물러 있지만, 일부 시장에서는 이미 가속화 단계, 나아가 안정화 단계에 진입했다. 영국은 2024년 전력망에서 석탄 발전을 종료했으며(그림 4.3a), 다른 국가들도 빠르게 뒤따르고 있다. 경제협력개발기구(OECD) 38개 회원국 가운데 27개국은 2030년까지 탈석탄을 약속했다.^{218,219} 풍력과 태양광이 기존의 화석연료 인프라를 대체하며 전 세계 발전량의 대부분을 공급하기 시작하면, 재생에너지 기반의 새로운 에너지 시스템은 안정화 단계에 접어들 것이다.

점점 더 저렴해지고 매력적이며 접근성이 높아지는 에너지 공급과 전기화된 에너지 수요 사이의 강력한 상호작용은 이 전환의 양 측면이 서로를 강화하게 만든다. 그 결과 에너지 시스템 전체에서 전환이 스스로 가속되는 연쇄적인 변화가 일어날 수 있다(그림 4.5).

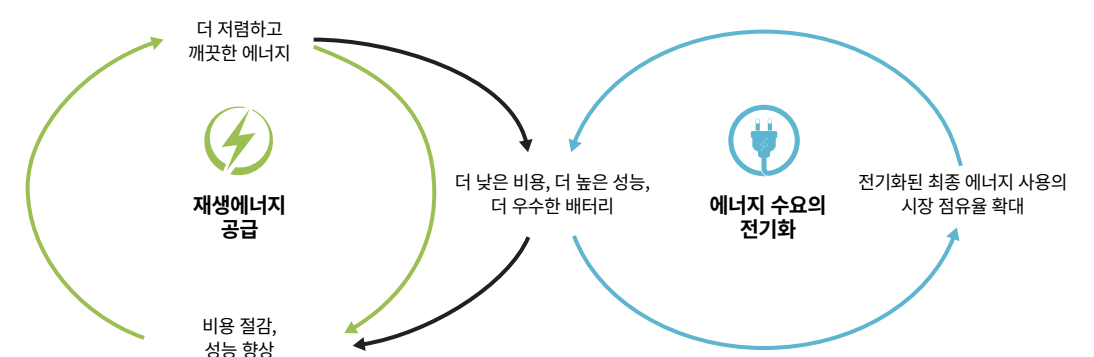


그림 4.5 공급과 수요 측면에서의 전환은 서로를 강화하는 피드백 루프를 만들어낸다. 기술의 발전(재생에너지 공급)과 행동의 변화(에너지 수요의 전기화)가 서로를 가속화하는 구조다.

이러한 흐름에도 불구하고, 위험한 수준의 기후변화를 피하기에는 아직 전환 속도가 충분히 빠르지 않다. 또한 전환 속도는 국가와 산업 부문, 적용 분야에 따라 큰 차이를 보인다. 공급망 병목 현상과 전력망 인프라, 에너지 시장 구조 등 정치적·경제적·기술적 과제도 여전히 남아 있다. 해운, 항공, 일부 화학 산업과 같이 에너지 집약적 산업에서는 탈탄소(zero-carbon) 해법이 아직 초기 단계에 머물러 있으며, 상용화까지는 갈 길이 멀다.¹⁶⁶ 따라서 혁신에 대한 지속적인 투자가 매우 중요하다.



레버리지 포인트 파악

핵심 레버리지 포인트를 파악하고 이를 활용함으로써 글로벌 에너지 시스템에서 진행되고 있는 전환을 가속할 수 있다.

공급 측면의 레버리지 포인트

- **재생에너지의 회복탄력성 높은 공급망과 자국 내 제조 역량에 투자한다.** 이를 통해 에너지 주권과 안보를 강화하는 동시에 새로운 일자리를 창출하고 경제 성장을 이끌 수 있다. 전 세계 재생에너지 부문에는 최소 1,660만 명이 종사하고 있으며, 2023년 전 세계 GDP 성장의 10%를 견인했다. 이러한 기여는 특히 중국과 같은 선도국을 중심으로 빠르게 확대되고 있다.²²⁰⁻²²² 친환경 전환을 뒷받침하는 핵심광물을 수출하고 그 채굴로 인한 환경적 비용을 부담하는 국가들은 공급망 전반에서 창출되는 부가가치의 혜택을 누릴 수 있어야 한다. 예를 들어 가공 이후 창출되는 부가가치가 해당 국가에 돌아가도록 하는 것이다.
- **재생에너지 가치사슬 전반에 걸쳐 교육·기술·고용을 확대한다.** 이를 통해 재생에너지 설비 도입을 가로막는 장벽을 낮출 수 있다. 또한 장기적인 일자리와 가시적인 경제 편익이 늘어나면 더 강력한 청정에너지 정책에 대한 지지가 높아지는 긍정적 피드백 루프가 형성될 수 있다.^{212,223}
- **재생에너지 설비 및 전력망 연결에 필요한 인허가 절차를 신속하게 진행할 수 있도록 정책과 규제를 설계한다.** 이와 함께 자연 훼손을 최소화하고 대중의 우려에도 대응해야 한다. 육상 및 해상 재생에너지 개발을 위한 ‘안전 구역(safe zones)’을 지정하면 보급 확대를 가속하는 데 도움이 될 수 있다.
- **안정적인 수익을 보장하는 전력시장 구조와 보조금, 기타 유리한 재정 조치를 통해 재생에너지에 대한 자본 투자를 활성화한다.** 글로벌 사우스(Global South) 국가에서는 채무보증과 같은 금융 리스크 완화 장치가 투자를 촉진하는 데 도움이 될 수 있다.²²⁵ 초기 투자가 성공하면 다른 투자자들의 참여를 유도해 자체적으로 증폭 피드백을 만들어낼 수 있다.
- **화석연료 보조금을 폐지하고 탄소집약적 발전에 비용을 부과한다.** 이를 통해 확보된 재원을 재생에너지 발전에 대한 투자와 공정한 사회적 전환을 지원하는 데 재배분할 수 있다.
- **태양광과 풍력처럼 간헐적으로 전력을 생산하는 에너지원에서 생산된 전력을 저장할 수 있는 유연한 저장설비를 확대한다.** 배터리 저장 용량은 빠르게 증가하고 있지만, 장주기 에너지 저장(long-duration storage)은 여전히 중요한 과제로 남아 있다.²⁰² 전 세계 장주기 에너지 저장의 90%를 담당하는 양수발전(pumped hydropower)은 이러한 격차를 해소하는 데 도움이 될 수 있지만, 지리적 제약이 있다.²²⁶ 이 외에도 레독스 흐름전지(redox-flow), 전고체전지(solid-state battery), 나트륨이온전지(sodium-ion battery)와 압축공기 및 액화공기 에너지 저장 시설 등 다양한 장주기 에너지 저장 솔루션이 개발되고 있다.
- **태양광과 풍력을 이용한 전력 공급은 변동성을 가지므로 이에 대응하기 위해 송전망을 개선한다.** 전력망 용량 개선에 대한 투자는 증가하고 있지만, 긍정적 티핑 포인트에 도달하기 위해서는 성공적인 전력망 구축 경험이 충분히 축적되어야 한다. 중국이 이를 선도하고 있으며, 지난 10년간 고전압 전력망 설계와 구축에 대규모 투자를 단행해 서부의 재생에너지 발전원에서 동부의 대도시로 전력을 효율적으로 송전할 수 있도록 했다.

수요 측면의 레버리지 포인트

- **배터리 전기차, 히트펌프 등 전기화된 기술의 경쟁력을 높인다.** 재생에너지 보급을 가속하고 재정 조치, 보조금, 유연한 요금제 등 여러 정책 수단을 활용해 전력 비용을 낮추면 전기화된 기술의 경제성이 향상되며, 이는 중요한 티핑 포인트가 될 수 있다. 또한 도시의 전기버스 구매와 같은 공공조달은 시장 확대에 기여할 수 있으며, 세제 혜택과 보조금은 도입을 촉진할 수 있다.²²⁷ 혁신을 통해 접근성과 매력도를 높일 수도 있다. 새로운 탈탄소 대안이 기존 기술과 반드시 동일한 방식의 대체재일 필요는 없다.
- **배터리 전기차의 충전 인프라에 투자한다.** 공공 충전 인프라는 전반적으로 전기차 보급 속도에 맞춰 확대되어 왔지만, 차량 수 대비 충전기 비율이 높아지면 전기차의 매력도를 더 높일 수 있다.^{199,215,228} 충전 인프라의 보급을 가속하고 표준화 기술 개선을 통해 접근성을 높이기 위한 지속적인 투자가 필수적이다.
- **의무 목표를 포함한 강력한 정책 목표를 설정한다.** 이를 통해 기업과 투자자에게 예측 가능성을 제공할 수 있다. 예를 들어 여러 시장에서 신규 휘발유·경유 차량 판매 종료 시점을 조율하거나, 신축 건물에 히트펌프와 태양광 패널 설치를 의무화하는 규제를 도입할 수 있다.²¹⁵
- **핵심광물이 환경에 미치는 영향을 줄이기 위한 순환 체계를 구축한다.** 재생에너지 기술은 화석연료 채굴보다 환경 훼손이 훨씬 적지만, 특정 지역에서 채굴해야 하는 광물이 필요하다. 따라서 에너지 효율을 개선하여 필요한 자원의 양을 줄이고, 리튬과 같은 희소한 광물을 나트륨처럼 보다 쉽게 확보할 수 있는 소재로 대체하며, 사용된 자원을 재활용함으로써 환경 영향을 최소화할 수 있다.^{229,230}
- **가정의 주요 주택 개보수 및 구매 시점에 주목한다.** 예를 들어 난방 시스템을 교체하는 시점이 이에 해당한다. 이러한 시점에 맞춰 관련 기준, 인센티브, 금융 지원, 실제 설치·전환을 뒷받침하는 역량을 함께 갖추면 도입을 확대할 수 있다.^{231,232}
- **전기 취사로의 전환을 가속한다.** 요리에 화석연료나 장작을 사용하는 방식을 대체하는 것은 전 지구적으로 시급한 과제이며, 소규모 태양광 에너지에 대한 접근성이 확대되면서 전 세계적으로 전기 취사 도입이 증가하고 있다는 증거도 있다.²³³ 전기 조리기기 도입의 초기 비용을 낮추기 위한 경제적 인센티브가 필요하며, 기존 조리 방식에 익숙한 소비자들에게 전기 취사의 장점을 알리고 수용을 높이기 위한 노력도 필요하다.
- **건물 전기화를 가로막는 장벽에 대응한다.** 높은 초기 비용, 시공업체 부족, 소비자의 우려 등이 이에 해당한다. 효과적인 접근법으로는 저렴하고 접근하기 쉬운 금융 지원, 교육 및 인증과 품질 보증, 소비자 대상 정보 캠페인 등이 있다.²³⁴





전환의 거버넌스

대규모 에너지 전환은 비용과 혜택, 정치적 영향력을 재분배한다. 이를 제대로 관리하지 못하면 전환은 더 느리게 진행되고, 공정성이 떨어지며, 정치적 변동성도 커질 수 있다.²³⁵ 아래에서 설명하는 것처럼, 전환을 지지하는 다양한 주체들은 여건 조성 단계부터 안정화 단계에 이르기까지 전환을 적극적으로 관리하고 이끌기 위해 여러 조치를 취할 수 있다.

기존 이해관계와 좌초자산을 관리한다. 정책과 기술, 시장의 기대가 변화하면서 일부 화석연료 매장량과 인프라는 가치를 잃고 ‘좌초자산(stranded assets)’이 될 수 있다. 기후정책 전망에 예상 가능한 변화가 생기면 상류 석유·가스 부문에서만 발생하는 좌초자산 규모가 미화 1조 달러를 넘어설 수 있으며, 이 위험의 상당 부분은 연기금과 금융시장 등을 통해 결국 OECD 국가의 민간 투자자들에게 돌아간다.²³⁶ 이러한 손실을 제대로 관리하지 못하면 연금 저축, 공공재정 및 금융시장 전반의 안정성으로까지 위험이 확산될 수 있다. 이러한 위험을 완화하려면 화석연료 금융을 단계적으로 축소하고, 금융 규제를 강화하며, 자본이 규제가 더 약한 시장으로 이동하는 것을 막기 위한 국제적 협력이 필요하다.²³⁷

생계 전환을 지원한다. 화석연료에 생계를 의존하는 노동자와 공동체는 사회적 보호, 적극적인 노동시장 정책, 재교육 및 지역 경제 개발을 통해 지원해야 한다. 이러한 조치는 폐쇄가 발표된 이후가 아니라 노동자, 고용주, 지방정부, 영향을 받는 공동체와 협력해 사전에 계획되어야 한다.²³⁸⁻²⁴⁰ 지원에는 과거 광산 및 화석에너지 시설의 환경 복원과 용도 전환도 포함되어야 한다. 이를 통해 시설 폐쇄가 장기적인 쇠퇴가 아니라 지역 재개발로 이어진다는 점을 확인할 수 있어야 한다.^{239,240} 또한 공정한 전환을 위해서는 핵심광물의 확대 역시 책임 있게 관리해야 한다. 에너지 전환에 필요한 금속 자원의 상당수는 사회·환경적 위험이 높은 지역에 매장되어 있어 정밀실사와 지역사회의 동의, 노동자 보호, 공급망 추적성(traceability), 그리고 강력한 환경 보호 장치가 필요하다.^{241,242}

토착민 및 지역사회와 협력한다. 새로운 에너지 시스템의 도입과 지속가능한 이용은 지역 소비자의 수용 여부에 달려 있다. 문화적 선호나 지역의 특수한 여건처럼 에너지 사용 변화와 간접적으로 관련된 요인들은 외부에서 파악하기 어렵지만, 성공적이고 지속가능한 결과를 위해서는 설계 단계에서부터 반드시 반영되어야 한다. 회복탄력적이고 긍정적인 결과를 위해서는 토착민 및 지역사회와 초기 단계부터 소통하고 협력하는 것이 필수적이다.

접근성과 경제성을 보장한다. 전기화 전략은 청정 대안에 대한 공정한 접근을 보장하고, 저소득 가구와 임차인에 대한 맞춤형 지원과 소외 지역에 대한 투자 계획을 포함해야 한다.²⁴³ 많은 저소득 국가와 신흥경제국에서는 에너지 접근 격차가 여전히 존재하고 개발 우선과제가 시급하기 때문에 화석연료의 단계적 퇴출이 특히 민감한 문제로 남아있다. 자금 조달 비용과 부채 부담이 높은 경우에는 국제 기후재원의 역할이 더욱 중요하다. 실제로 화석연료를 땅속에 그대로 두자는 주장이 설득력을 가지려면 저렴한 청정에너지 대안과 낮은 자금 조달 비용, 그리고 전기화 계획에 대한 지원이 함께 제시되어야 한다. 여기에는 분산형 재생에너지가 최소 비용의 선택지가 되는 지역에서 이를 활용하는 방안도 포함된다.

자연을 고려한 인프라를 구축한다. 대규모 풍력·태양광 발전단지과 해상 인프라, 송전망, 핵심광물 개발은 모두 물리적인 공간을 필요로 한다. 따라서 전략적인 공간 계획, 환경영향평가, 초기 단계에서의 주민 참여, 그리고 지역사회에 가시적인 혜택이 돌아가도록 하는 것이 중요하다. 에너지 계획은 기존에 개발된 지역과 농업 및 기타 토지 이용과 양립 가능한 사업을 우선 고려해야 한다. 또한 생물다양성이 풍부한 지역은 피함으로써 새로운 개발이 기후뿐만 아니라 자연에도 안전한 방식으로 이루어지도록 해야 한다.^{244,245}

에너지 전환을 뒷받침하는 경제적 요인은 이미 서로를 강화하는 방향으로 작동하고 있다. 이제 전환을 이끌어가는 핵심 과제는 기술과 경제가 만들어내고 있는 흐름이 지속될 수 있도록 정치적 위험을 신중하게 관리하는 것이다.



현재 식량 및 농업 시스템으로 인해 발생하는 숨겨진 환경 및 건강 비용은 연간 미화 10조 달러를 넘는 것으로 추정된다.

식량 및 농업 시스템 전환

전 세계 식량 시스템은 서식지 파괴를 통해 생물다양성 손실을 초래하는 가장 큰 단일 요인이며, 온실가스 배출량의 약 30%를 차지하고 있다. 또한 지구 시스템이 지구위험한계선(planetary boundaries) 9개 중 5개를 넘어선 상태에 이르는 데 기여했다.^{246,247} 동시에 현재의 식량 시스템은 인류의 필요에도 제대로 대응하지 못하고 있다. 6억 7,300만 명이 영양결핍 상태인 반면, 10억 명 이상이 비만이며, 지구위험한계선과 영양학적 기준을 모두 충족하는 식생활을 하는 인구는 전 세계 인구의 1%도 되지 않는다.²⁴⁷⁻²⁴⁹

현재 식량 및 농업 시스템으로 인해 발생하는 숨겨진 환경 및 건강 비용은 연간 미화 10조 달러를 넘는 것으로 추정되며, 이는 전 세계 GDP의 약 12%에 해당한다.²⁵⁰ 전 세계 식량 시스템을 전환하려면 연간 미화 5,000억 달러의 투자가 필요하다. 이러한 투자는 매년 미화 5~10조 달러의 순경제적 이익을 창출하고, 2050년까지 1억 7,400만 명의 생명을 구하며, 2040년까지 농경지를 탄소 흡수원으로 전환하고, 생물다양성을 위한 120만~170만 km²의 서식지를 조성할 수 있다.^{250,251}

식량 시스템을 전환하기 위한 행동은 환경, 경제, 인간의 건강 측면에서 막대한 이익을 가져올 수 있다.

식량 시스템과 연결된 세 가지 핵심 요소가 시스템의 티핑 포인트를 촉발할 수 있다. (1) 네이처 포지티브(nature-positive) 생산 및 수확 방식으로의 전환, (2) 건강하고 지속가능한 식단으로의 전환, (3) 식량 손실 및 폐기 감축이다(그림 4.6). 생산과 식단은 핵심 전환 요소(tipping element)이며, 식품 손실 및 폐기 감축은 두 요소를 강화하는 촉진 요인으로 작용한다. 이 세 가지가 함께 작동하면 식량 시스템을 생물다양성 손실을 초래하는 가장 큰 단일 요인에서 자연 회복에 지속적으로 기여하는 요인으로 전환할 수 있다.

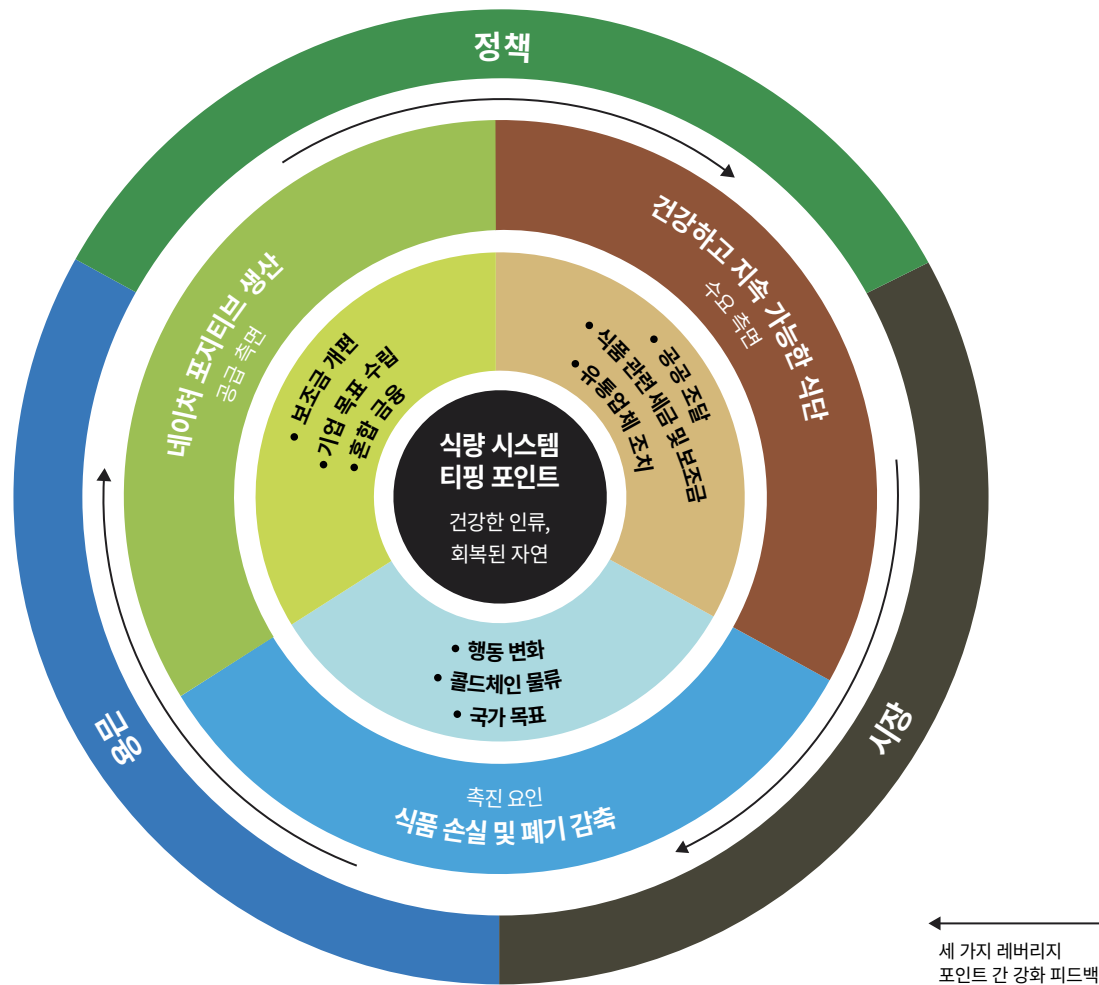


그림 4.6 식량 시스템의 티핑 포인트를 촉발하려면 정책, 금융, 시장이라는 세 가지 핵심 메커니즘이 필요하다. 생물다양성 손실을 멈추고 기후를 안정시키는 데 필요한 속도와 규모로 변화를 이끌어낼 수 있는 긍정적 티핑 포인트에 도달하려면, 이 세 가지 메커니즘이 모두 동시에 작동해야 한다. 각 핵심 전환 요소(tipping element)에는 활용할 수 있는 여러 전환 지렛대(tipping lever)가 있다(안쪽 동심원). 여기에서는 세 가지 사례를 제시한다.

식량 시스템 전환의 핵심은 온전한 자연 상태로 남아있는 육지와 수역을 식량 생산을 위해 전용하는 것을 중단하는 것이다. 인류는 이미 48억 헥타르(전 세계 육지 면적의 37%)를 농지로 이용하고 있으며, 식량 생산에 필요한 토지 면적을 더 늘릴 필요가 없다. 따라서 기존 토지에서 더 많은 식량을 생산하는 동시에 토양과 물, 생태계 서비스를 회복해야 한다.^{247,252} 또한 육상 동물성 식품의 과도한 소비와 이에 필요한 사료 생산에서 벗어나야 한다. 동물성 식품은 단백질 1그램을 생산하는 데 식물성 식품보다 최대 20배 더 많은 토지를 사용하기 때문이다.²⁵³⁻²⁵⁵

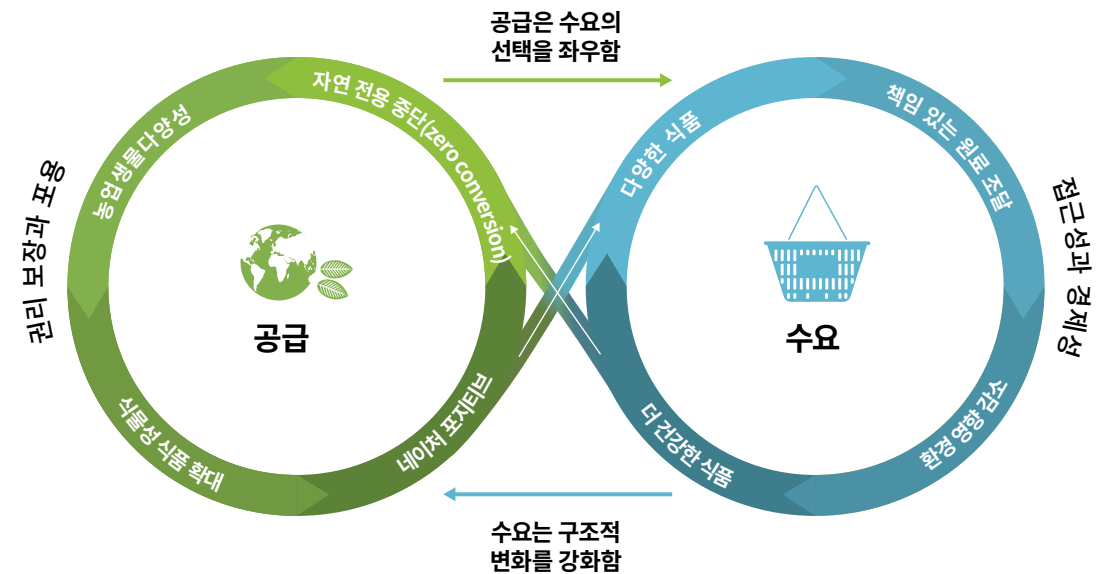


그림 4.7 식량 시스템의 전환을 위해서는 공급(네이처 포지티브 생산)과 수요(건강하고 지속가능한 식단) 측면에서 동시에 행동이 일어나야 한다. 이 두 가지 전환 요소는 서로 깊이 연결되어 있다. 식량 손실 및 폐기 감축이 뒷받침되면, 이들은 전 세계 식량 시스템을 생물다양성 손실의 가장 큰 단일 요인에서 자연 회복에 적극적으로 기여하고, 모두에게 건강하고 영양이 있는 식량을 제공하는 요인으로 전환될 수 있다.

S-곡선을 따른 진행 상황 추적

식량 시스템 전환은 공급(생산) 측과 수요(식단) 측 모두에서 S-곡선의 여건 조성 단계에 있으며, 아직 어느 국가도 티핑 포인트에 도달하지 못했다(그림 4.7). 공급과 수요 양측에서 모든 거버넌스 수준에 걸쳐 공약이 마련되어 있지만, 실질적인 진전은 고르지 않고 더디며, 일부 국가는 진전을 보이는 반면 다른 국가는 후퇴하고 있다. 억제 피드백은 여전히 강하게 작용하고 있으며, 주요 시장의 정책과 인센티브는 지속가능한 방식으로 건강한 식품을 생산하는 것보다 높은 생산성, 낮은 식품 가격, 자본집약적이고 기술 중심적인 해법에 여전히 더 많은 보상을 제공하고 있다.^{256,257} 금융과 지원 서비스도 계속 지속불가능한 관행을 선호하며, 현 상태 유지에 강한 이해관계를 지닌 상업적 행위주체가 지나치게 큰 영향력을 행사하고 있다.²⁵⁸

가장 중대한 억제 피드백은 보조금이다. 각국 정부는 농업 생산자를 지원하는 데 매년 미화 약 5,400억 달러를 지출하는데, 이 가운데 미화 4,700억 달러(87%)는 가격을 왜곡하거나 환경에 해로운 활동에 쓰이고 있다.²⁵⁹ 보조금의 용도를 재조정하지 않는 한, 네이처 포지티브 생산은 경쟁력을 가질 수 없다.

가장 중대한 억제 피드백은 보조금이다. 각국 정부는 농업 생산자를 지원하는 데 매년 미화 약 5,400억 달러를 지출하는데, 이 가운데 미화 4,700억 달러(87%)는 가격을 왜곡하거나 환경에 해로운 활동에 쓰이고 있다.



세 가지 핵심 전환 요소 가운데 가장 많은 진전이 이루어진 것은 네이처 포지티브 생산이며(그림 4.6), 특히 원자재로 인한 산림 파괴 문제 해결 측면에서 두드러진다.²⁶⁰ 400개가 넘는 기업이 산림·토지·농업 공급망에서 발생하는 온실가스 배출을 줄이기 위한 과학 기반 목표를 설정했으며, 자연에 미치는 영향을 줄이기 위한 유사한 목표를 설정하는 기업도 늘고 있다.²⁶¹⁻²⁶³ 특히 EU 산림전용방지법(EU Deforestation Regulation)을 비롯한 의무적인 정밀조사 및 공시 요건은 공급망 추적가능성과 모니터링 시스템의 발전을 가속화했다. 기업들은 또한 네이처 포지티브 농업을 자사의 지속가능성 전략에 통합함으로써, 산림 파괴 및 전용을 넘어서는 공약을 세우기 시작했다.²⁶⁴ 덴마크는 한 걸음 더 나아가 2030년 시행을 앞두고 세계 최초로 농업에 대한 탄소세를 도입했으며, 토양 건강 개선과 비료 사용 변화, 서식지 복원을 통해 낮은 배출량을 달성한 농민에게는 환급을 제공한다.²⁶⁵

금융 시스템은 식량 생산으로 인해 발생하는 자연 훼손과 기후변화와 관련된 위험을 인식하기 시작했다. 금융기관들은 위험 노출도를 평가하고, 고객에 대한 실사를 수행하며, 포트폴리오 내 관련 위험 요인을 공개하고 있다.²⁶⁶ 이러한 여건을 조성하는 규제 정책을 통과시킨 정부는 극소수이며, 금융감독기관 역시 아직 자연 관련 리스크에 대해 사전예방적 접근을 도입하지 않은 상태다. 네이처 포지티브 식량 생산을 가속화 단계로 이끌려면 이 두 가지 모두가 필요하다.

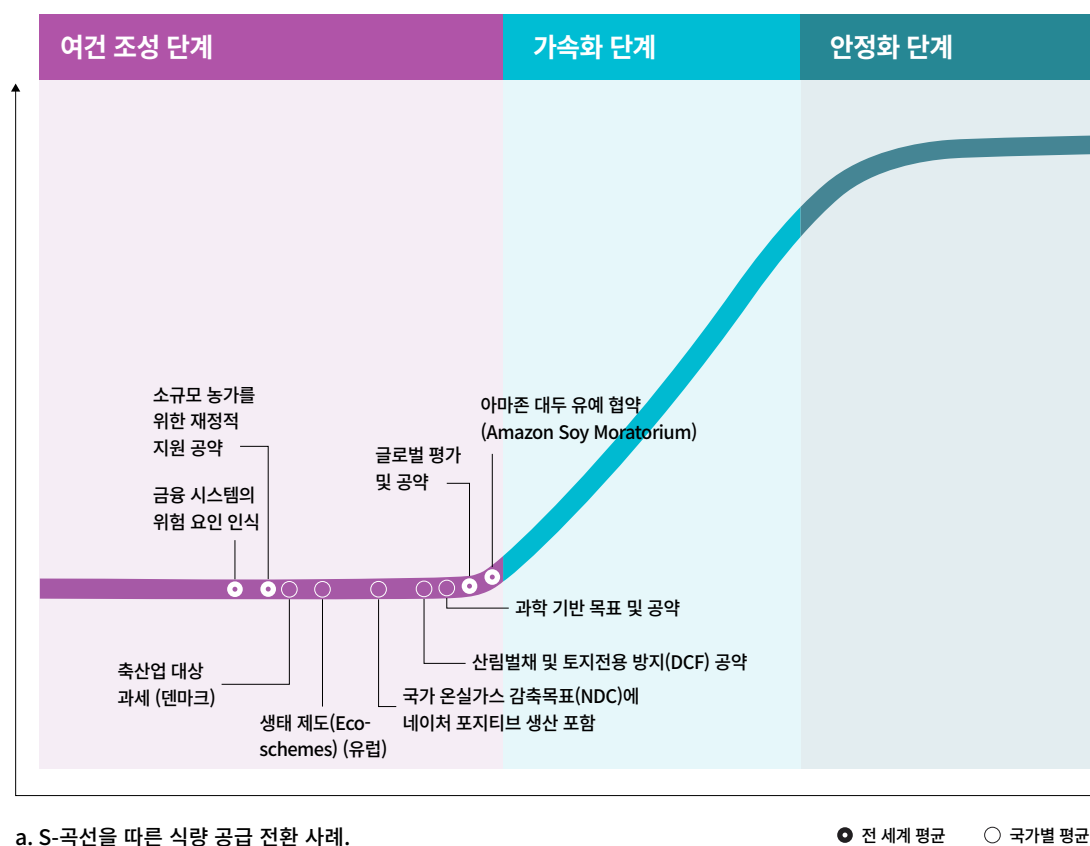


그림 4.8 S-곡선을 따른 식량 공급(a)과 수요(b) 전환의 진행 사례. 전 세계 식량 시스템의 전환은 공급과 수요 양측 모두 S-곡선의 여건 조성 단계에 있으며, 어느 국가도 아직 긍정적 티핑 포인트에 도달하지 못했다. 전 지구적으로, 식량 시스템 전환을 촉발하기 위한 실험은 아직 전 지구적 평가 실시와 연합 구축, 목표 및 공약 설정이라는 초기 단계에 머물러 있는 반면(S-곡선 위에 표시된 사례), 일부 국가는 선도적인 입지를 다지고 있다(S-곡선 아래에 표시된 사례).



수요 측면에서 지속가능한 식단으로의 전환은 진전 정도가 엇갈리며, 전환의 움직임은 주로 유럽에 집중되어 있다(그림 4.8b). 이는 전 세계 인구 중 가장 부유한 30%의 식단이 식량 시스템으로 인한 생물다양성과 기후 피해의 70% 이상을 차지하기 때문에, 전 세계 식량 시장에 매우 큰 영향을 미친다.²⁴⁷ EU와 각국 정부는 현재의 식량 시스템이 초래하는 경제적, 인간 건강적, 환경적 비용을 인식하여 더 건강한 식품 소비를 장려하는 정책을 마련하고 식단 지침을 재편하고 있다.²⁶⁷ 유럽연합 집행위원회 산하 과학·지식 서비스(European Commission's science and knowledge service)는 최근 지속가능한 공공 식량 조달을 위한 자율 기준을 발표했다.^{268,269} 노르웨이는 어린이를 대상으로 한 건강에 해로운 식품 및 음료의 홍보를 금지했다.²⁷⁰

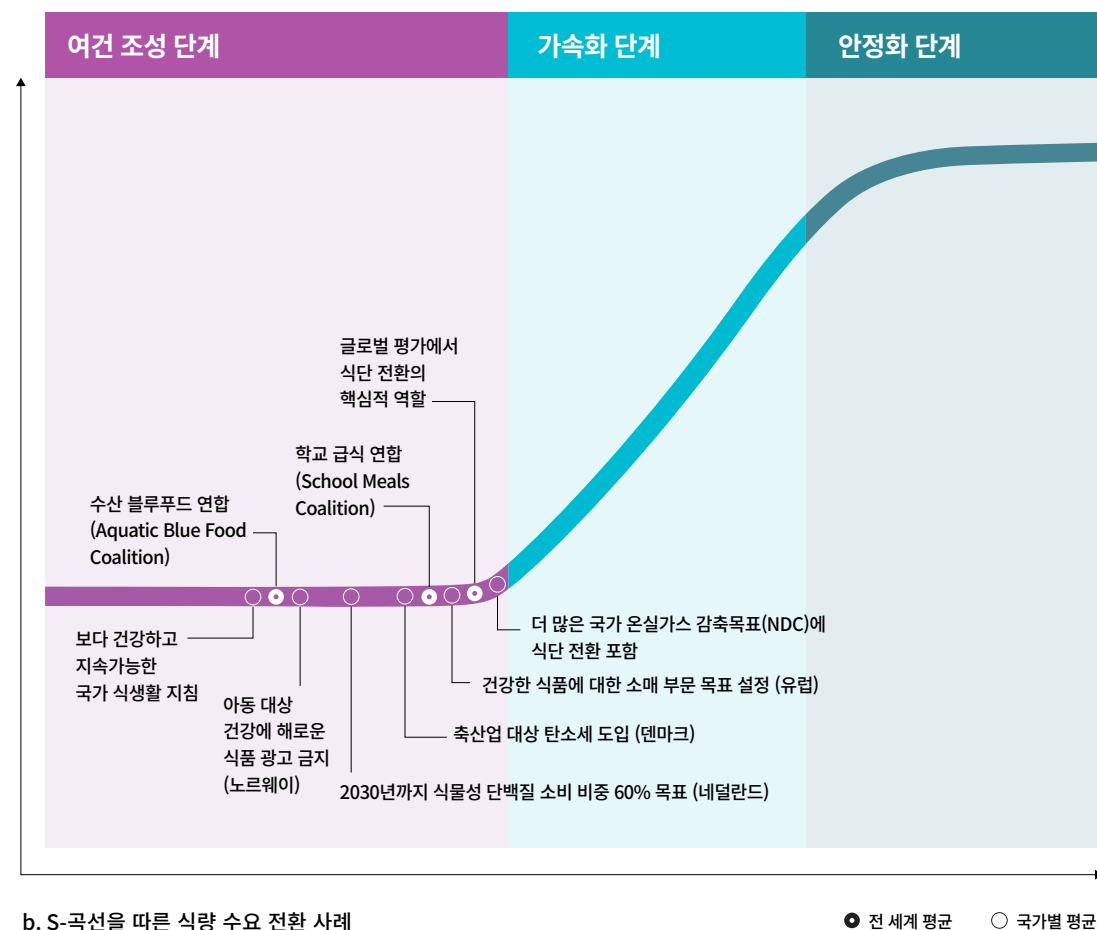


그림 4.8 S-곡선을 따른 식량 공급(a)과 수요(b) 전환의 진행 사례. 전 세계 식량 시스템의 전환은 공급과 수요 양측 모두 S-곡선의 여건 조성 단계에 있으며, 어느 국가도 아직 긍정적 티핑 포인트에 도달하지 못했다. 전 지구적으로, 식량 시스템 전환을 촉발하기 위한 실험은 아직 전 지구적 평가 실시와 연합 구축, 목표 및 공약 설정이라는 초기 단계에 머물러 있는 반면(S-곡선 위에 표시된 사례), 일부 국가는 선도적인 입지를 다지고 있다(S-곡선 아래에 표시된 사례).

레버리지 포인트 파악



네이처 포지티브 생산

네이처 포지티브 생산은 자연 상태의 토지와 수역을 추가로 전환하는 것을 막고, 생산을 지속가능하게 관리하며, 토양과 물, 생태계 서비스를 회복시키는 형태의 농업, 어업, 양식업(농업생태학, 재생 농업, 기후 스마트 농업 포함)을 포괄하는 용어다(그림 4.6).^{271,272} 핵심 질문은 네이처 포지티브 생산 방식이 생산성 면에서 산업적 규모의 시스템과 경쟁할 수 있는가이다. 중저소득국의 농업 생태적 관행을 검토한 연구에 따르면, 63%의 연구에서 더 높은 작물 수확량이 나타났고, 순소득 증가와 병해충 관리 및 회복탄력성 개선도 함께 확인되었다.²⁷³ 그 밖에도 다수의 유망한 사례가 네이처 포지티브 방식이 기존의 지속가능성이 낮은 생산 모델과 경쟁할 수 있음을 보여주고 있다.^{247,274-277} 많은 경우, 네이처 포지티브 생산은 생태계 건강성 개선이 생산성과 회복탄력성을 높이고, 이것이 다시 생계를 뒷받침하며 추가적인 도입을 촉진하는 증폭 피드백을 만들어낸다.^{278,279} 네이처 포지티브 생산의 장애물은 기술적 한계가 아니라 재정, 제도 및 행동 차원의 개선이 필요하다.

정책

130개가 넘는 국가가 식량 시스템 전환을 위한 국가 차원의 전략 계획을 갖고 있지만, 이러한 공약은 네이처 포지티브 생산이 기존 방식과 경쟁할 수 있게 해 줄 지원 정책과 재정 인센티브로 이어지지 못했다.^{280,281} 미화 4,700억 달러에 달하는 유해 보조금 가운데 일부만이라도 용도를 재조정한다면 식량 시스템의 역학관계를 바꿀 수 있을 것이다. 뉴사우스웨일스주의 ‘네이처 포지티브 농업(Nature Positive Farming)’ 프로그램은 토지의 생물다양성 가치를 개선한 농민에게 재정적 보상을 제공하는 인증 제도로, 지방정부 차원에서 이루어지는 인센티브 재조정을 보여준다.^{282,283} 국가 기후 계획과 생물다양성 전략을 부문별 식량 시스템 목표와 연계하면 장기 투자를 유지하는 데 필요한 정책적 확실성을 형성하는 데 도움이 될 수 있다.

시장

기업은 무엇을 생산하고, 어떤 방식으로 재배하거나 어획하며, 글로벌 공급망 전반에 어떤 기준이 적용되는지를 결정한다. 이는 특히 대두와 팜유처럼 위험도가 높은 원자재에 대해 기업에 상당한 영향력을 행사한다. 기업의 구매 정책은 공급업체와 농민, 어민의 생산 방식에 영향을 미치며, 기업의 투자는 네이처 포지티브 생산으로의 전환을 가속화하거나 저해할 수 있다. 아마존 대두 유예 협약(Amazon Soy Moratorium)은 시장의 공동 대응이 얼마나 빠르게 변화를 이끌어낼 수 있는지와 함께, 필요한 정책적 지원이 뒷받침되지 않을 경우 자발적 공약이 얼마나 취약할 수 있는지를 보여준다(박스 4.3). 이와 대조적으로, 지속가능하게 어획된 참치의 변화 과정은 수요 신호가 지속될 때 어떤 일이 일어나는지를 보여준다. 독립기관의 인증을 받은 물량은 2017년 100만 톤에서 2026년 5월 기준 연간 300만 톤 이상으로 늘어, 전 세계 어획량의 절반을 넘어섰다.²⁸⁴

금융

전환에 자금을 조달하려면 정부가 더 엄격한 공시와 대출, 투자 기준에 관한 정책을 시행하는 동시에, 네이처 포지티브 생산을 뒷받침하는 금융상품을 개발해야 한다.^{285,286} 공공 재원과 보조금은 유해한 용도에서 지속가능한 방식으로 방향을 재조정해야 한다.^{287,288} 공공, 민간, 자선 자본을 한데 모으는 혼합금융은 재생 농업과 양식업의 여건 조성 단계에 있는 초기 투자의 위험을 낮추고, 부문별, 지역별 금융 수요에 따라 전략적으로 자금을 투입할 수 있다.²⁸⁹



미화 4,700억 달러에 달하는 유해 보조금 가운데 일부만이라도 용도를 재조정한다면 식량 시스템의 역학관계를 바꿀 수 있을 것이다.



박스 4.3 브라질 대두와 공급망 개입의 한계

2006년 도입된 브라질의 아마존 대두 유예 협약(Amazon Soy Moratorium)은 원자재 거래업체와 시민사회, 정부가 함께 참여해, 2008년 이후 산림이 파괴된 토지에서 재배된 대두를 시장에서 배제하도록 했다.²⁹⁰ 협약이 도입되기 전에는 브라질 아마존에서 이루어진 대두 재배지 확대의 약 30%가 산림 파괴로 이어졌다.²⁹¹ 10년 만에 이 수치는 2%로 감소했으며, 이로써 아마존 대두 유예 협약은 산림파괴를 줄이기 위해 공급망을 대상으로 추진된 공동 개입 가운데 가장 성공적인 사례 중 하나가 되었다.^{290,291}

그러나 가축 사료를 중심으로 한 대두에 대한 전 세계 수요는 계속 늘어나며 토지 전환에 대한 압력도 유지되었다. 2026년 1월에는 지역 이해관계자들과 자연 서식지로까지 값싼 토지이용을 확대하며 이득을 얻는 정치적 이해관계의 압박이 지속된 끝에, 주요 생산업체와 거래업체들이 이 협약에서 탈퇴했다. 이로 인해 대두 생산과 재배지 확대에 따른 아마존 산림 파괴의 위험이 커졌으며, 이는 대두 공급망 대부분에 영향을 미칠 가능성이 매우 높다.²⁹²





식단 전환의 핵심은
식품 환경, 즉 사람들의
식품 선택을 형성하는
물리적·경제적·정치적·
사회문화적 맥락을
다루는 것이다.



건강하고 지속가능한 식단

식단을 바꾸는 것은 식량 시스템이 환경에 미치는 영향을 줄이는 가장 효과적인 방법 중 하나이며, 자연 상태의 토지가 추가로 전환되는 것을 막기 위한 필수조건이다.^{247,252,293} 더 건강하고 지속가능한 식단으로의 전환에 모두에게 들어맞는 단일 처방은 없다. 동물성 식품을 과잉 소비하는 국가에서는 큰 폭의 감축이 필요한 반면, 여전히 영양 부족에 시달리는 지역에서는 동물성 단백질 소비를 늘리는 것이 유익할 수 있다. 전 세계 대부분의 지역에서는 지속가능성과 건강에 관한 목표를 달성하기 위해 과일과 채소, 콩류, 견과류, 그리고 저영양단계(low-trophic) 해양·수산 식품(예: 연체동물, 소형 부어류, 수생식물)의 섭취를 늘릴 필요가 있다.^{247,252,294}

식단 전환의 핵심은 식품 환경, 즉 사람들의 식품 선택을 형성하는 물리적·경제적·정치적·사회문화적 맥락을 개선하는 것이다. 가장 중요한 세 가지 임계 요소는 가격 적절성, 매력도, 접근성이다.²⁹⁵ 식품 선택은 가격에 크게 좌우되며, 정책과 시장의 조치를 통해 건강하고 지속가능한 식품의 가격을 건강에 덜 유익하거나 지속불가능한 선택지와 비슷하게 만들면 이러한 전환을 빠르게 확대할 수 있다.²⁹⁶

정책

지속가능하고 건강한 식단을 촉진할 수 있는 정책 수단은 다양하다. 건강에 해롭고 지속가능성이 낮은 방식으로 생산된 식품에 10~15%의 세금을 부과하는 동시에 건강하고 지속가능한 대안에 보조금을 지급하면 소비자 행동에 상당한 영향을 미치는 것으로 나타났다.^{297,298} 식량 지원 및 바우처 프로그램은 건강한 식품 구매를 늘려 식량안보를 개선하고 영양 지식을 높인다.²⁹⁹ 국가 식단 지침은 건강 기준과 함께 환경 관련 기준도 통합해야 한다.³⁰⁰ 각국의 정책은 건강하고 지속가능한 식단을 기후 계획(국가 온실가스 감축목표, NDC)이나 국가 생물다양성 전략 및 이행계획과 같은 정책 수단에 반영해야 한다.

공공조달은 식품 환경을 바꾸는 강력한 수단이다. 정부는 주요 식품 구매자이며, 공공조달 정책을 통해 어떤 식품을 구매할지(예: 지역산, 다양한 종류의 식품, 영양가 높은 식품), 누구로부터 구매할지(예: 지역 농가·가족농, 소규모 사업체, 여성 및 청년 생산자), 어떤 방식으로 생산된 식품을 구매할지(예: 네이처 포지티브 농업, 지속가능한 수산업)를 동시에 결정할 수 있다.³⁰¹ 스웨덴의 국가 조달 체계 아래 말뚝시(Malmö)는 이제 공공 급식소에서 사용하는 식품의 70%를 유기농으로 조달하고 있으며, 식품 관련 온실가스 배출량을 30% 줄였다.³⁰² 보조금을 지원받는 학교급식 프로그램은 영양결핍과 비만, 환경 지속가능성 문제를 동시에 해결할 수 있다.³⁰³

시장

많은 국가에서 전체 식품의 50~60%가 식품 소매업체를 통해 구매되며, 소수의 유통업체가 시장 대부분을 장악하고 있다.^{304,305} 이러한 집중 구조는 선도적인 소매업체가 변화를 추진하고 경쟁업체들이 이를 뒤따를 수밖에 없게 될 때, 더 건강하고 지속가능한 식단으로의 전환을 빠르게 가속화하는 강력한 수단이 될 수 있다(박스 4.4). 더 건강하고 지속가능한 선택지가 매대에서 더 많이, 더 눈에 띄게 진열될수록 새로운 식습관이 일상화되고 수요는 더욱 늘어난다.³⁰⁶

박스 4.4 독일의 건강한 식단을 향한 티핑 포인트

식물성 식품에 대한 소비자 수요는 이미 상당한 수준이며 계속 증가하고 있다.³⁰⁷ 독일은 유럽 최대의 식물성 식품 시장이며, 이곳에서 소비되는 식품의 약 70%가 전통적인 소매업체를 통해 판매된다.^{308,309} 여러 독일 소매업체는 명확한 단백질 다변화 목표를 세워 식물성 단백질 확대를 틈새 전략이 아니라 핵심 전략으로 다루고 있다. 소매업체들은 더 건강하고 지속가능한 식단에 대한 소비자 관심 증가에 대응하여 식물성 제품의 가격 경쟁력을 높이고 새로운 식물성 식품 카테고리를 개발하고 있다.³¹⁰



이것이 바로 소매 식품 시장에서 긍정적 티핑 포인트가 형성되는 방식이다. 시장 참여율이 25%라는 임계점을 넘어서면 경쟁 역학이 전환을 스스로 강화하기 시작한다.³¹¹ 독일은 2034년에서 2043년 사이 지속가능한 식단 부문에서 S-곡선의 안정화 단계에 도달해, 지속가능한 식단이 표준이 될 것으로 전망된다.³¹⁰ 이제 관건은 티핑 포인트에 도달할 것인가가 아니라 언제 도달할 것인가이다.



식량 손실 및 폐기

식량 손실 및 폐기를 줄이는 것은 또 다른 중요한 전환 요소다. 전 세계적으로 생산 이후 매장 진열대에 이르기 전에 식량의 13%가 손실되며, 가정과 마트, 식당에서 또 다른 19%가 폐기된다.^{312,313} 이 둘을 합하면 전 세계 온실가스 배출량의 8~10%를 차지하며, 전체 농지의 거의 30%를 낭비하는 셈이 된다. 운송과 보관 과정에서 냉장 설비 부족으로 손실되는 식량만으로도 10억 명을 먹여 살릴 수 있다.³¹³ 식량 손실 및 폐기를 절반으로 줄이면 2030년까지 1억 3,700만 명을 기아에서 벗어나게 할 수 있다.³¹⁴

식량 손실 및 폐기는 생산이나 식단 변화만큼 자기강화적인 역할을 만들어내지는 않기 때문에 핵심적인 전환 요소는 아니지만, 이 둘 모두를 증폭시키는 역할을 한다. 폐기되거나 손실되지 않는 식량 1톤이 추가 생산에 대한 압력을 줄이고, 자연 상태의 토지와 수역에 가해지는 부담이 그만큼 완화된다.

정책

점점 더 많은 국가가 폭넓은 국가 목표를 세우고 있지만, 진전은 수량화된 목표와 기준선 평가, 공급망 전반에 걸친 통일된 측정 방식, 그리고 생물다양성 및 기후 정책으로의 통합에 달려 있다.³¹⁵⁻³¹⁷ 세금과 매립 금지, 보조금을 포함한 규제 조치는 공급망 효율을 높일 것이다.³¹⁸ 일부 관할권에서는 식품안전을 이유로 현재 금지되어 있는 잉여 식량을 안전하게 가축 사료로 사용하는 것을 허용하면 시스템 내에 폐쇄형 순환 구조(closed loop)를 만들어낼 수 있다.^{247,319}

시장

특히 수확 후 손실이 가장 큰 신흥시장에서 공급망을 단축하고 운송 과정에서의 저온 보관을 개선하면 식량 손실을 극적으로 줄일 수 있다.^{313,320} 저렴하고 모듈형인 재생에너지의 보급은 냉장 보관시설에 대한 접근성을 크게 높이고 관개 비용을 낮추며 운송 인프라에 대한 투자를 이끌어낼 수 있는데, 이는 식량 시스템과 에너지 시스템이 서로 긴밀하게 연결되어 있음을 보여주는 사례다.³²¹



전환의 거버넌스

개별 목표와 자발적 공약, 독립적으로 추진되는 이니셔티브는 여건 조성 단계에서 필수적인 역할을 해왔지만, 전환을 가속하기에는 충분하지 않다. 여건 조성 단계에서 가속화 단계로 나아가려면 정부와 기업, 금융기관, 생산자, 시민사회에 걸친 조율된 행동이 필요하다.

각국 정부는 핵심 전환 지렛대를 쥐고 있다. 부문별·경제 정책 수립, 공공예산의 용도 재조정, 재정 인센티브 재설정, 시장 규제, 법적 보호 제공, 무역과 국내 정책의 연계, 그리고 핵심 민간 투자의 위험 완화가 그것이다.^{322,323} 가장 중대한 영향을 미칠 수 있는 단일 개입은 보조금 개혁이다. 미화 4,700억 달러에 달하는 유해 보조금의 일부를 네이처 포지티브 생산과 건강한 식단, 농민의 전환 지원으로 돌린다면 식량 시스템의 경제적 구조 자체가 달라질 것이다.²⁵⁹

정부는 또한 농민과 어민, 특히 소규모 농민과 지역공동체가 소외되지 않도록 보장해야 한다. 여기에는 토지 및 점유권 확보, 시장과 기술, 보험, 정보 서비스에 대한 접근성을 높이는 것이 포함된다.³²⁴ 경관 및 해양경관 전반에 걸친 이니셔티브는 이러한 서비스를 비용 효율적으로 제공하는 동시에 기존 및 새로 부상하는 규제를 지원할 수 있다.³²⁵

기준과 공시 체계를 조화시키고 강화해야 한다. 강화되어야 한다. 지표는 자연 관련 목표를 설정하고 보고하기 위한 실행 가능한 프레임워크와 연계되어야 한다.³²⁶ 디지털 공공 인프라는 투명한 데이터 수집과 보고를 가능하게 하며, 추적 시스템을 보완하고 공공-민간 부문의 협력을 지원할 수 있다.³²⁷ 이를 통해 생산 과정이 산림파괴 방지 및 지속가능성 기준을 준수한다는 점을 입증할 수 있으며, 새롭게 마련되는 규제 요건에 부합하는지도 확인할 수 있다. 또한 농민과 어민이 이러한 기준을 준수할 수 있도록 기술 지원을 제공하는 데 필요한 대상을 보다 정확하게 파악할 수 있다.³²⁸

이러한 전환을 위한 금융은 단계적으로 마련하고 다양한 금융 수단을 결합해야 한다. 탄소금융과 생태계서비스 지불제, 혼합금융, 생산자에 대한 직접 지원을 금융 규제 및 보조금 개혁과 결합하면 대규모 자금 조달을 이끌어낼 수 있다.³²⁹ 특정 경관 및 해양경관에서 네이처 포지티브 관행을 따르는 생산자들을 지속가능한 공급을 우선하는 시장과 연결하면, 공급 측과 수요 측 전환을 연결하는 선순환 구조가 만들어지고 티핑 포인트를 향한 증폭 피드백이 촉발될 수 있다.

식량 부문의 전환은 충분히 실현 가능하고 시급하며 경제적으로도 타당하다. 지역에 돌아가는 혜택이 분명하고 재원이 확보되어 있으며, 생산성이 최적화되고 거버넌스가 포용적일 때 네이처 포지티브 생산 및 수확은 빠르게 확산될 수 있다. 이러한 접근법들을 함께 확대하면 식량 생산과 생태계 복원, 농어촌 지역의 생계와 웰빙 전반에서 자기증폭적 피드백을 만들어낼 수 있다.¹⁶⁶ 동시에 수요 측 압력을 완화하려면 건강하고 지속가능한 식단으로의 전환과 식량 손실 및 폐기 감축이 시급하다. 일부 고소득 국가에서는 건강하고 지속가능한 식단을 향한 긍정적 티핑 포인트가 가까워지고 있음을 보여주는 신호도 이미 나타나고 있다. 이 세 가지 레버리지 포인트가 함께 작동하면, 모든 사람이 자연을 보호하고 관리하며 회복시키는 방식으로 생산된 건강한 식품을 누릴 수 있는 지속가능한 식량 시스템으로의 공정한 전환을 가속화할 수 있다.



금융의 잠재력 열기: 지속가능성 전환을 가속하는 방법

부문의 역할

금융 부문은 어떤 활동에 자금이 투입되고, 어떤 산업이 성장하며, 어떤 기술이 확대되는지를 결정한다. 탄광에서 태양광 발전단지까지, 산림파괴와 연결된 공급망부터 재생 농업 펀드에 이르기까지 모든 투자 결정은 금융 부문을 거친다. 글로벌 금융 자산은 자본시장과 은행 및 보험분야의 활동을 포괄한다. 자산만 미화 140조 달러를 넘어서는 글로벌 금융 시스템은 세계 경제를 잇는 핵심 기반이며, 지속가능성 전환을 가속하거나 가로막을 수 있는 가장 강력한 개입 수단 중 하나다(박스 4.5).³³⁰

수십 년간 금융의 흐름은 지속가능성에 부합하는 결과로 이어지지 않았으며, 이는 의도적인 선택이라기보다 기존 인센티브와 시장 여건을 반영한 결과다. 유엔환경계획 금융 이니셔티브(UNEP FI)에 따르면, 2023년 미화 7조 3,000억 달러가 자연에 부정적인 영향을 미치는 활동으로 흘러갔으며, 이 중 미화 4조 9,000억 달러는 민간 부문에서 나왔다.³³¹ 같은 해 자연 기반 해법을 지원한 자금은 미화 2,200억 달러에 불과했고, 그 대부분이 공공지출에서 나왔다.

은행들은 매년 수천억 달러에 달하는 자금을 화석연료 확대에 지원해 왔고, 자산운용사들은 산림 파괴와 생물다양성 손실을 초래하는 기업에 상당한 지분을 보유하고 있다.^{332,333} 이는 악의적인 의도 때문이 아니라 인센티브에 따른 결과다. 탄소를 배출하거나 생물다양성을 파괴하는 데에는 비용이 들지 않았다. 그 결과 민간 부문과 투자자들은 상당한 이익을 거둔 반면, 그 비용은 공동체와 생태계, 미래 세대가 떠안아 왔다.

동시에 모든 기업이 원자재 투입부터 기후 및 물 조절에 이르기까지 생물다양성과 그것이 제공하는 생태계 서비스에 직·간접적으로 의존하고 있다는 과학적 근거는 점점 더 명확해지고 있다.³³⁴ 금융을 문제의 일부로 만드는 바로 그 논리가, 금융을 해법의 원동력으로 만들 수도 있다. 처음에는 정책적 인센티브가, 그다음에는 개선되는 경제성이, 그리고 결국에는 투자자 심리의 변화가 이끈 재생에너지 투자의 빠른 확대는, 여건이 갖춰지면 금융 시스템이 자본을 신속하게 재배분할 수 있음을 보여준다. 문제는 이러한 역학을 기후와 생물다양성부터 공정한 전환에 이르기까지 지속가능성 과제 전반에 어떻게 재현할 것인가다. 그 답은 게임의 규칙을 다시 설계하고 인센티브를 전환하여, 지속가능한 방식으로 자금을 조달하는 것이 다른 대안보다 더 매력적인 선택이 되는 티핑 포인트를 만드는 데 있다.

글로벌 금융 시스템은 세계 경제를 잇는 핵심 기반이며, 지속가능성 전환을 가속하거나 가로막을 수 있는 가장 강력한 개입 수단 중 하나다.



박스 4.5 금융 시스템이란 무엇인가?

금융 시스템은 화폐가 창출되고, 배분되며, 관리되는 과정에 관여하는 기관·시장·수단의 네트워크다. 금융 시스템은 여유 자금을 보유한 주체(가계, 연기금, 국부펀드 등)로부터 자금이 필요한 주체에게 자본을 공급하고, 보험·분산투자·헤지 등을 통해 리스크를 관리한다. 또한 일상적인 구매부터 국경을 넘나드는 투자에 이르기까지 경제 활동을 가능하게 하는 거래를 뒷받침한다.

금융 시스템의 핵심 행위주체로는 상업은행과 투자은행, 자산운용사, 연기금, 보험사가 있으며, 이들은 주식과 채권, 파생상품 시장 전반에서 활동하고 중앙은행과 재정당국, 금융감독기관의 감독을 받는다.

세계은행과 지역개발은행, 각국의 개발금융기관을 포함한 공공 및 다자간 개발은행은 독특하고 중요한 역할을 한다. 이들은 공공정책과 민간시장 사이의 접점에서 양허성 금융(민간 자본을 유치하기 어려운 사업을 재무적으로 실현 가능하게 만들기 위해 개발은행 등이 시장 금리보다 낮은 조건으로 제공하는 대출이나 지분투자), 보증(투자가 실패할 경우 공공기관이 손실을 보전하기로 약속하여 민간 투자자가 떠나는 위험을 낮추는 것), 혼합금융 수단(공공 또는 자선 자본이라는 촉매 자본을 활용해 지속가능한 발전에 대한 민간 부문 투자를 늘리는 것)을 동원해, 상업금융만으로는 자금이 유입되지 않는 시장을 중심으로 민간 자본을 발전과 지속가능성 목표로 유도할 수 있다.

금융 시스템 안에는 투자 수익 회수의 적절한 기간, 시장 신호의 신뢰성, 기관 책임의 범위와 같은 규범과 전제가 내재되어 있으며, 이는 의사결정 과정을 과정에 영향을 미친다. 이러한 규범은 시간이 지나며 진화해 왔고, 앞으로도 더 진화할 수 있다. 이를 이해하는 것은 금융 시스템이 왜 지속가능성 면에서 부족했는지, 그리고 변화의 기회가 어디에 있는지를 이해하는 데 중요한 부분이다.³³⁵

현황

10년간의 규제·자발적 진전과 그 한계

지난 10년간 기업과 금융기관에 대한 공시 요건은 특히 환경적·사회적 영향과 관련해 크게 바뀌어 왔다. 이는 기후변화와 자원 고갈, 사회적 불평등이 장기적인 재무 성과에 중대한 위험을 초래하며, 기업이 재무제표를 넘어 자신이 창출하거나 파괴하는 가치를 설명해야 한다는 인식이 커졌기 때문이다.

유럽에서는 지속가능금융 공시규정(Sustainable Finance Disclosure Regulation)과 기업지속가능성보고지침(Corporate Sustainability Reporting Directive)에 따라, 대기업과 금융기관은 지속가능성 관련 위험과 영향을 보고해야 한다.^{336,337} 현재 국제지속가능성기준위원회(International Sustainability Standards Board)의 IFRS S1 및 S2 기준에 통합된 기후 관련 재무정보 공개 협의체(Taskforce on Climate-related Financial Disclosures)와 자연 관련 재무정보 공개 협의체(Taskforce on Nature-related Financial Disclosures)는 조직이 이러한 위험을 평가하고 관련 정보를 공개하는 방식을 제시하는 널리 인정받는 프레임워크를 마련해 왔다. 처음에는 기후변화와 넷제로 전환에 초점을 맞췄지만, 이제는 자연 관련 사안으로 확대되고 있다. 이는 정부가 특히 대기업과 다국적기업이 2030년까지 생물다양성 관련 위험과 영향, 의존성을 모니터링하고 평가하며 투명하게 공시하도록 장려하고 가능하게 하는 법적·행정적·정책적 조치를 시행하도록 요구하는 쿤밍-몬트리올 글로벌 생물다양성 프레임워크(GBF) 실천 목표 15를 반영한 것이다.³³⁸

이러한 투명성은 점차 실질적인 영향을 미치기 시작하고 있다. 연구에 따르면 공시가 표준화되면 투자 행태에도 직접적인 변화가 나타난다. 표준화된 지속가능성 지표를 활용할 경우, 투자자가 지속가능한 것으로 분류된 활동에 자본을 투입할 가능성이 유의미하게 높아지는 것으로 나타났다.³³⁹

그러나 자연 투자 격차를 드러내는 것만으로 그 격차가 저절로 메워지지 않듯, 투명성만으로는 충분하지 않다. 금융기관이 대규모로 행동을 바꾸려면 근본적인 경제성 자체가 바뀌어야 한다. 지속가능한 투자는 더 매력적인 선택으로, 자연에 유해한 투자는 덜 매력적으로 만들어야 한다.

이 부분에서는 진전이 훨씬 더 제한적이다. 탄소집약적 투자는 여전히 상당한 이익을 내고 있으며, 이를 뒷받침하는 자산은 여전히 경제성을 유지하고 있다. 규제 강화나 수요 감소, 물리적 기후 영향으로 인해 이러한 자산이 예상 수명이 다하기 전에 가치를 잃고 좌초자산이 될 위험은 실재한다.³⁴⁰ 그러나 대부분의 금융기관은 여전히 이를 대체로 이론적인 가능성으로 여긴다. 그리고 금융시장의 경쟁 구조는 이러한 문제에 단독으로 대응하려는 움직임에 강한 제약으로 작용한다.

현재 투자 인센티브는 투자의 근본적인 경제성, 즉 긍정적인 수익률을 낼 확률에서 비롯된다. 이를 대규모로 전환하려면 훨씬 더 강력한 정책과 규제가 필요하지만, 각국 정부는 이를 도입하는 데 더딘 모습을 보여왔다. 실제로 인플레이션과 부채 증가, 원조 축소, 지정학적 긴장이 경제정책 입안자들이 전환을 추진하는 데 필요한 재정 여력과 역량을 줄이면서, 근본적인 경제 여건은 최근 몇 년간 오히려 악화되었다.³⁴¹



연구에 따르면 공시가 표준화되면 투자 행태에도 직접적인 변화가 나타난다. 표준화된 지속가능성 지표를 활용할 경우, 투자자가 지속가능한 것으로 분류된 활동에 자본을 투입할 가능성이 유의미하게 높아지는 것으로 나타났다.

지금까지 구축해 온 기반을 약화시키는 정치적 변화, 그러나 모든 곳에서 나타나는 것은 아니다.

지속가능성 이니셔티브가 이미 추진되고 있던 지역에서 지속가능성 정책에서 벗어나는 정치적 변화가 뚜렷하게 나타나고 있다. 예를 들어 EU에서는 표면적으로는 규제를 단순화하기 위한 조치로 제시된 옴니버스 패키지(Omnibus package)로 인해 공시 요건의 적용 범위가 크게 축소되었으며, 공급망에 대한 기업의 책임을 강화하기 위해 마련된 요건에서 중소기업이 제외되었다.^{336,342,343} 영국과 같은 국가에서도 이전에 공약했던 기업의 지속가능성 전환 계획을 의무화하는 데 속도가 더딘 상황이다.³⁴⁴

미국에서는 지속가능성 관련 금융정책이 후퇴했다. 수년간의 개발 끝에 2024년 확정된 미국 증권거래위원회(Securities and Exchange Commission)의 기후 공시 규정은 2025년 초 사실상 폐기되었다.³⁴⁵ 주(州) 차원에서는 기후 공시 요건이 법적 도전에 직면하면서, 예정되어 있던 의무 시행에 의문이 제기되고 있다.³⁴⁶ 동시에 미국의 주요 금융기관 여러 곳이 넷제로 연합에서 탈퇴하면서, 집단 행동이 이끌어낼 수 있었던 진전의 속도가 늦춰지고 있다.³⁴⁷ 이제 민간 부문의 전환을 이끌어낼 여건은 훨씬 덜 우호적이다.

그 결과는 직접적으로 나타나고 있다. 초기 전환금융 투자와 신제품 개발, 공개 공약 등을 통해 지속가능성을 전략에 반영해 온 금융 기관들은 이제 진보적인 기관 투자자들과 후퇴를 요구하는 정치적 압력 사이에 놓여 있다. 이러한 초기 투자의 가치는 약화되었고, 기업들은 자신들의 전환을 위한 노력을 이전보다 훨씬 드러내지 않고 있다(“그린허싱”). 다만 그 속도는 느려졌을지언정, 대부분의 기업은 여전히 전환을 전진시키고 있다는 근거도 있다.³⁴⁸ 그 결과, 넷제로를 위한 글래스고 금융연합(Glasgow Financial Alliance for Net Zero)이나 넷제로 은행연합(Net Zero Banking Alliance) 등 일부 선도적인 자발적 지속가능금융 이니셔티브는 대대적인 구조조정을 겪거나 아예 운영을 중단했다.

전환은 이미 전 세계적으로
진행되고 있다. 이제 중요한
것은 이러한 전환을 얼마나
빠르고 광범위하게, 그리고
얼마나 조율된 방식으로
가속할 수 있는가이다.

변화가 모든 곳에서 동일하게 나타나는 것은 아니다. 다른 지역에서는 방향이 다르게 나타나고 있다. 아시아 대부분 지역에서는 지속가능성 관련 금융 규제가 진전을 보이고 있다. 말레이시아와 일본, 싱가포르, 한국은 기후 공시 요건을 강화했고, 중국은 녹색금융 분류체계(어떤 경제 활동이 환경적으로 지속가능한지를 정의하는 분류 시스템)와 지속가능채권 시장을 기반으로 녹색 투자를 계속 확대하고 있다.³⁴⁹

라틴아메리카에서는 브라질이 에너지 전환을 위한 자금 조달 비용을 낮추고 자본 동원을 확대하기 위한 전환금융 프레임워크 개발을 주도하고 있으며, 국제 기후재원 협상에서도 두드러진 역할을 맡아 왔다.³⁵⁰

이들 경제는 다른 곳이 후퇴하는 동안 가만히 머물러 있지 않다. 이들은 넷제로와 네이처 포지티브를 갖춘 회복탄력성 있는 경제로의 전환이 가져올 경제적 기회를 선점할 수 있도록 규제 인프라와 시장 역량을 구축하고 있다.

그 결과 세계는 점점 더 둘로 나뉘고 있다. 한쪽에는 규제 불확실성이 투자를 늦추고 선도적으로 움직인 이들에게 불이익을 주는 정치적 반발에 직면한 국가들과, 다른 한쪽에는 전환을 계속 추진하면서 보다 명확한 정책 신호를 통해 미래의 자본과 산업, 일자리를 끌어들이고 있는 국가들이 있다. 기후변화와 생물다양성 손실이 초래하는 경제적 영향이 이미 알려져 있음을 고려하면, 첫 번째 그룹에 속한 국가들은 환경적 위험과 경제적 위험 모두에 점점 더 크게 노출되고 있다. 전환은 이미 전 세계적으로 진행되고 있다. 이제 중요한 것은 이러한 전환을 얼마나 빠르고 광범위하게, 그리고 얼마나 조율된 방식으로 가속할 수 있는가이다.



전환의 경제성이
충분하더라도, 다른 기업이나
투자자가 기다릴 수 있다면
누구도 먼저 움직이려 하지
않는다. 결국 외부의 조율
없이 변화가 시작되지
않는다.

정책이 다뤄야 할 구조적 시장 실패

정부는 전환을 이끌고 민간 부문을 동원하는 데 있어 결정적인 역할을 한다. 실제로 금융 부문만으로는 지속가능성 전환을 이끌 수 없게 만드는 근본적인 장벽들이 있다. 단기주의는 가장 널리 퍼진 장벽이다. 분기별 보고 주기와 연간 성과 기준은 장기적인 지속가능성 성과에 대한 투자를 체계적으로 위축시킨다. 생태계 서비스(예: 깨끗한 물, 수분, 홍수 조절, 탄소 포집)는 금융시장에서 대체로 가치가 매겨지지 않기 때문에 이는 이를 파괴하는 활동에 어떠한 금전적 불이익이 발생하지 않는다.³⁵¹ 그리고 전환의 경제성이 충분하더라도, 다른 기업이나 투자자가 기다릴 수 있다면 누구도 먼저 움직이려 하지 않는다. 결국 외부의 조율 없이는 변화가 시작되지 않는다.

이러한 장벽들은 구조적인 특성이다. 이를 해결하려면 정부와 금융당국, 중앙은행과 금융감독기관을 포함한 적극적인 정책 개입이 필요하다. 탄소가격제와 의무적인 전환 계획, 그리고 금융기관뿐 아니라 대부분의 경제 주체를 이끄는 인센티브를 체계적으로 재조정하는 규제 체계 등이 그 예다.³⁵²⁻³⁵⁴ 중요한 점은 경제 의사결정자들이 기후변화의 위험에 대해서는 대체로 인식하고 있는 반면(비록 충분히 대응하고 있지는 않더라도), 경제를 뒷받침하는 자연의 핵심적인 역할과 그에 따른 자연 손실의 경제적 위험에 대해서는 상대적으로 널리 이해하거나 받아들이지 못하고 있다는 것이다.

변화의 수단

금융 부문이 직면한 인센티브를 변화시키려면 여러 측면에서 동시에 접근해야 한다.

- **금융 부문 규제:** 건전성 감독기관(중앙은행과 금융감독기관)은 시스템 차원에서 활동하기 때문에, 조율된 시장 전환을 이끄는 데 독보적으로 유리한 위치에 있다. 규제 대상 기관 모두에게 기후 및 자연 관련 재무 위험을 평가·관리·공시하도록 요구함으로써, 이들은 시장 행동을 조율된 방식으로 전환하는 데 필요한 명확성과 안정성을 제공하고, 선도적으로 움직인 이들이 겪는 경쟁상의 불이익을 없앨 수 있다.³⁵⁵ 중앙은행 및 금융감독에 관한 WWF 로드맵은 지속가능성 위험을 인식하는 단계에서 규제 체계에 완전히 통합하는 단계까지 명확한 경로를 제시한다.³⁵⁶ 모든 기관이 이러한 위험을 의사결정에 반영하도록 하면, 이를 먼저 반영하는 기관만 불이익을 받는 상황도 사라진다.
- **주주 압력:** 기관투자자들이 기후 및 자연 관련 결의안을 제출하고 이사회와 직접 소통해 온 기관투자자들은 실제로 영향력을 행사할 수 있음을 보여주었다.³⁵⁷ 그러나 일부 자산운용사가 지속가능성 중심의 관리 책임에서 물러나면서 정치적 반발로 인해 이러한 수단의 효과는 약해졌다. 이러한 정치적 반발로 인해 이 지렛대의 효과는 약해졌다. 그 힘을 회복하고 확대하려면 주주 관여에 대한 더 명확한 규제적 뒷받침과 기관투자자 간의 더 긴밀한 조율이 필요하다.
- **고객 수요:** 저축자와 기관 고객이 지속가능한 상품을 찾을 때, 금융기관에는 이를 개발할 상업적 인센티브가 생긴다. 관건은 지속가능성 라벨이 실질적인 의미를 지닐 만큼 엄격하도록 보장하여, 상품 수요가 단순히 피상적인 리브랜딩이 아니라 기초 포트폴리오 배분의 실질적인 변화로 이어지게 하는 것이다. 소비자 수요에도 한계가 있다. 환경 비용을 내부화하는 것이 가격 상승으로 이어지면, 오히려 그 수요 자체가 약해질 수 있다.
- **데이터 및 지표:** 공시와 투자 결정의 질은 그 바탕이 되는 데이터의 질을 넘어설 수 없다. 기업은 자연 관련 위험과 영향을 수집·보고하기 위해 표준화되고 지리적 위치가 명시된 지표가 필요하다.³⁵⁸⁻³⁶⁰ 이것이 없으면 공시 체계는 의도한 대로 작동할 수 없다. 투자자들 역시 마찬가지로 심각한 공백에 직면해 있다. 탄소집약도는 포트폴리오 전반에 걸쳐 대체로 파악할 수 있지만, 산림 파괴에 대한 노출과 그 감축 진전은 대체로 불투명한 상태로 남아 있어, 자연 전환금융을 동원하는 일은 기후금융보다 훨씬 더 어렵다.³⁶¹ 이러한 데이터 공백을 메우는 것은 다른 변화 수단이 효과적으로 작동하기 위한 전제조건이다.
- **전환의 경제성:** 이것이 가장 강력한 변화 수단이다. 지속가능한 투자가 실제로 더 높은 수익을 낼 수 있는 환경에서는 강제하지 않아도 금융 부문이 뒤따를 것이다. 태양광과 풍력, 전기차는 경제성이 스스로를 강화하는 비용 임계점을 이미 넘어섰다.^{362,363} 운용자산 미화 9조 달러가 넘는 자산소유자 86곳이 참여하는 넷제로 자산소유자 연합(Net Zero Asset Owner Alliance)은 각자의 투자 포트폴리오를 2050년까지 온실가스 배출 넷제로로 전환하겠다고 공약했으며, 석유·가스 수요를 신속히 줄이기 위한 더 과감한 정책을 요구하고 있다. 유엔무역개발회의(UNCTAD)의 파리협정 제2조 1항(c) 분석 역시 정책 조치가 민간 자본의 흐름을 기후 목표와 재정렬하는 데 반드시 필요하다는 점을 명확히 보여준다.³⁶⁴ 이 둘 모두 정책과 규제 조치는 시장 역학과 대립하는 것이 아니라 그 전제조건이라는 점을 강조한다. 즉, 이러한 조치는 지속가능성 전환에 투자하는 것을 상업적으로 합리적인 선택으로 만들어 긍정적 티핑 포인트가 자리 잡을 여건을 조성한다.



박스 4.6 S-곡선: 전환이 실제로 일어나는 방식

재생에너지 투자 확대의 과정은 영감을 주는 사례인 동시에 주의해야 할 점을 보여준다. 태양광, 풍력, 전기차(EV)는 다른 어떤 지속가능성 전환 기술보다도 S-곡선을 따라 멀리 진전해 왔다. 비용은 하락했고 시장은 확대되었으며, 투자 규모도 크게 증가했다. 투자는 극적으로 확대되었다. 그러나 이 분야에서도 정책은 여전히 필수적이다. 발전차액지원제도(생산자에게 장기 계약을 제공하여 재생에너지 기술에 대한 투자를 가속화하는 정책 수단), 세액공제, 조달 의무화, 탄소가격제는 모든 단계에서 필수였고, 지금도 여전히 그렇다.³⁶⁵ 환경적 외부효과를 가격에 반영하고 화석연료 보조금을 단계적으로 폐지하기 위한 지속적인 정책 지원이 없다면 전환은 정체될 것이다.³⁶⁶ 에너지 부문에서 얻은 교훈은 정책이 결국 불필요해 진다는 것이 아니다. 적절한 정책이 오랜 시간 지속되면, 전환은 그 추진력을 되돌리기 점점 더 어려워지는 지점까지 나아갈 수 있다는 것이다.

S-곡선을 따른 진전은 순탄하고 끊임 없이 이어지는 길이 아니다. 진전은 저항을 낳는다. 최근 몇 년간의 정책 변화, 즉 보조금 철회와 약화된 공시 규정, 넷제로 공약에서 후퇴하는 기관들은 바로 S-곡선의 가속화 단계에서 나타나는 혼란의 모습이다.³⁶⁷ 그러나 일어나지 않은 일에도 주목할 필요가 있다. 재생에너지의 비용 경쟁력은 사라지지 않았다. 축적된 제도적 지식도 사라지지 않았다. 투자자들의 관심도 사그라지지 않았다. 속도는 느려졌을 지 언정 지금까지 확보한 성과는 대체로 유지되고 있다. 금융 전환에서 S-곡선을 따른 진전은 느려졌을 뿐 멈추지 않았고, 무한정 지속되는 것도 아니며, 모든 곳에서 똑같이 나타나는 것도 아니다.

자연기반 해법과 생물다양성 자원, 지속가능한 토지 이용에 대한 솔직한 평가는 우리가 훨씬 더 초기 단계에 있으며 앞으로의 길도 명확하지 않다는 것이다. 재생에너지와 달리, 재생 농업이나 생태계 복원, 네이처 포지티브 공급망에서 스스로를 강화하는 비용 곡선이 나타나고 있다는 근거는 아직 뚜렷하지 않다.^{368,369} 시장은 아직 충분하지 않고, 지표는 논쟁 대상이며, 청정에너지의 확대를 이끌었던 네트워크 효과도 아직 나타나지 않았다.³⁷⁰ 이러한 부문들은 재생에너지와 똑같은 경로를 따를 것이라고 단정할 수도 없다. 근본적인 경제성이 다르며, 환경적 외부효과는 어쩌면 가치를 매기기가 더 어려울 수도 있다. 이 분야에서 정책은 단순한 촉매 역할에 그치지 않을 것이다. 예측 가능한 미래 동안 시장의 지속적인 구조적 요소로 남아 있어야 한다.

그러나 이것이 절망적인 상황이라는 이야기는 아니다. 오히려 명확해지는 것이 있다. 우리는 여건 조성 작업이 어떤 모습인지 알고 있다. 데이터 인프라를 구축하고, 신뢰할 수 있는 지표를 개발하며, 공시 요건을 확립하고, 유해한 보조금을 개혁하며, 초기 민간 자본을 유치할 수 있는 혼합금융 구조를 만드는 것이다.^{331,371-374}

우리는 한 번 쌓인 추진력은 회복탄력성을 지니며, 정치적 여건이 나빠지더라도 이미 이룬 진전이 단순히 사라지지 않는다는 것을 안다. 그리고 정치적 국면이 다시 바뀌면, 이미 다져진 기반이 투자를 빠르게 가속화할 것이라는 것도 안다. 에너지 전환은 전환점에 도달하기까지 수십 년에 걸친 고된 기초 작업을 필요로 했다. 자연금융은 그 여정의 더 이른 단계에 있지만, 같은 경로를 따라가고 있다. 과제는 계속 구축해 나가고, 연합을 결속된 상태로 유지하며, 기회의 창이 다시 열릴 때 빠르게 움직일 준비를 갖추는 것이다.



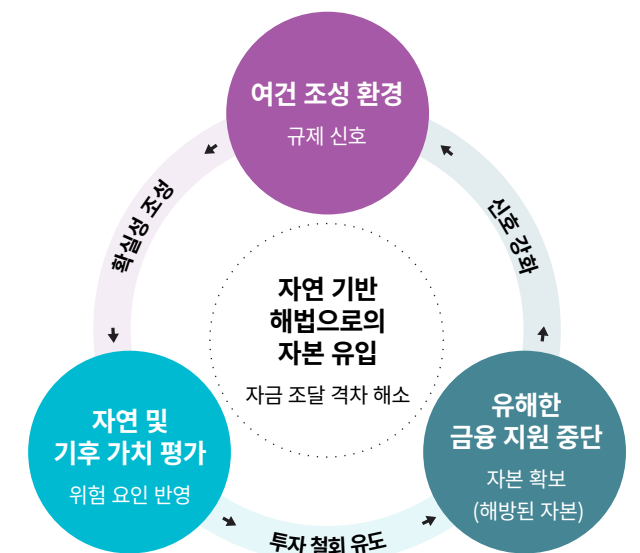
금융 시스템의 긍정적 티핑 포인트

앞서 살펴본 여러 난관에도 불구하고, 필요한 변화를 만들어낼 수 있다는 희망의 근거가 있다. 금융 시스템에는 긍정적 티핑 포인트로 전환할 잠재력이 있기 때문이다. 긍정적 티핑 포인트는 변화가 스스로 강화되는 임계점으로, 먼저 행동하는 주체들이 다른 주체들도 뒤따를 수 있는 여건을 만들고, 자본 배분의 논리가 단기적인 자원 추출에서 장기적인 지속가능성으로 전환되는 지점을 의미한다(박스 4.6). 금융 시스템을 파리협정과 GBF에 부합하는 경로로 전환할 수 있는 세 가지 상호 연결된 레버리지 포인트가 있다.

이러한 개입 지점은 독립적인 것이 아니라 서로를 강화하는 하나의 시스템을 이룬다. (1) 여건 조성 환경 만들기가 그 기반이다. 명확한 규제 신호가 없다면, 나머지 메커니즘은 촉발에 필요한 확실성을 갖추지 못한다. 그 확실성은 (2) 자연과 기후에 가치 매기기가 단순한 준수 활동이 아니라 진정한 시장 신호로 작동할 수 있게 한다. 위험이 눈에 보이고 일관되게 가격이 매겨지기 시작하면 자본은 움직이기 시작한다. 공시를 통해 드러나고 변화하는 경제성으로 인해 가속화되는 좌초자산 보유 비용의 증가는 (3) 유해한 자금 지원을 조율된 방식으로 중단시키는 것을 이끌어내며, 이는 자본과 기관의 역량을 확보할 수 있다. 이렇게 확보된 자본을 생물다양성 분야로 돌리면, 가장 필요한 곳으로의 자본 동원이 가속화되어 자연 자원 격차가 좁혀지고, 네이처 포지티브 투자가 일상화되며, 추진력을 유지하는 데 필요한 자산군과 실적이 만들어진다(그림 4.9).

이러한 개입 지점을 종합하면 금융 시스템 자체의 S-곡선이 전환점을 맞이하는 여건, 즉 지속가능한 투자가 틈새시장이고 비싸며 위험한 시스템에서 주류이고 경쟁력 있으며 자기유지적인 시스템으로 옮겨가는 여건을 설명해준다. 각 티핑 포인트는 하나의 장벽을 없애거나 하나의 신호를 증폭시킨다. 이들이 함께 작동하면 시스템을 밀어붙여 추진력이 스스로의 동력이 되는 임계점을 넘게 할 수 있다.

그림 4.9 금융 시스템을 파리협정과 GBF에 부합하도록 전환하는 세 가지 레버리지 포인트 독립적인 개입이 아니라 서로를 강화하는 순환으로 작동한다. 여건 조성 단계에서는 “자연과 기후에 가치 두기”의 기반이 될 확실성을 구축하기 위해 명확한 규제 신호를 제공해야 하며, 이를 통해 환경 위험이 눈에 보이고 진정한 시장 신호로서 일관되게 가격이 매겨지게 된다. 좌초자산 위험이 경제적으로 중대해지고 자본이 움직이기 시작하면, 유해한 자금 지원과 보조금을 중단하기 위한 조율된 노력이 필요해진다. 이러한 투자 회수는 이 순환을 시작한 규제 신호를 다시 강화하여 자본이 자연기반 해법으로 흘러가도록 풀어주고 자연 자원 격차를 좁힌다. 이는 새로운 자산군을 만들고 네이처 포지티브 투자를 일상화하여, 새로운 안정 상태로의 전환을 가속화한다.





전환을 가속화할 여건 조성하기

투자자와 정책 입안자가 공동의 전환 계획과 규제 로드맵에 뜻을 모으면 선순환이 시작된다. 장기적인 전환을 뒷받침하는 정책 인센티브와 정책적 확실성은 민간 투자를 촉진하고, 민간 투자는 정책의 목표를 입증하며, 그 목표는 더 많은 자본을 끌어들이고, 생물다양성 목표를 부문별 전략으로 전환하기 시작한 영국과 프랑스를 비롯한 국가들은, 넷제로 전환에 대한 기존의 유사한 접근법을 바탕으로, 장기 투자자들이 필요로 하는 네이처 포지티브 전환을 향한 초기 신호를 제공하고 있다.³⁷⁵ 이처럼 정책과 투자의 방향을 맞추는 것이 다른 모든 티핑 포인트의 기반이 된다.

이러한 여건 조성 환경 안에서 중앙은행과 금융감독기관은 중요한 닛 역할을 한다. 규제당국이 은행이 위험을 관리하고, 충분한 자본과 유동성을 유지하며, 신뢰할 수 있는 회복 계획(스트레스 테스트, 자본 요건, 감독 기대치 포함)을 갖추도록 보장하는 건전성 체계에 자연 및 기후 위험을 통합하면, 이는 지속가능성 부문에서 먼저 움직인 이들이 겪는 경쟁상의 불이익을 없애는 규제적 하한선을 만들 어낸다. 중앙은행이 기후와 자연을 통화정책에 체계적으로 통합하면, 이는 숄선수범이 되어 시장 참여자들에게 올바른 신호를 보낸다.³⁵⁶ 모든 기관이 직면한 시스템적 위험이 모두가 따라야 할 규칙에 반영되도록 함으로써, 중앙은행과 금융감독기관은 지속가능성을 재량적 선택에서 모두를 위한 금융 위험 관리의 핵심 요소로 바꾸는 데 도움을 준다.

자연과 기후의 가치 평가: 공시를 시장 신호로 전환하기

시장과 기관은 자신이 볼 수 있는 것에 대해서만 행동할 수 있는데, 수십 년간 금융 시스템은 불완전한 위험 정보를 바탕으로 작동해 왔다. 기후 및 자연 관련 의존성과 영향, 가치, 그리고 이로 인해 발생하는 위험과 기회는 대체로 보이지 않는 상태로 남아 있었고, 따라서 위험 평가와 투자 전략, 감독 체계에서 배제되어 왔다. 이제 이러한 상황이 바뀌기 시작하고 있으며, 이러한 정보의 변화 자체가 하나의 티핑 메커니즘이다.

기후 관련 공시는 위험이 명확하게 드러나면 무엇이 가능해지는지를 보여주었다. 물리적·전환적 기후 위험이 체계적으로 공시되면서 이는 기업과 금융 전략, 신용 평가, 금융 감독에 점점 더 큰 영향을 미쳤다. 자연 관련 위험은 이제 그보다는 이른 단계이지만 비슷한 경로에 있으며, 그 속도는 가속화되고 있다. 이미 800개가 넘는 조직이 TNFD 프레임워크에 맞춰 자연 관련 위험을 공시하겠다고 공약했고, 국제지속가능성기준위원회(ISSB)도 자연 관련 기준을 계속 마련하고 있어 공시는 소수 선도기업의 영역을 넘어 더 폭넓은 시장의 도입 단계로 나아가고 있다.³⁷⁶ 결정적으로, 이러한 공시는 조직이 자연에 미치는 영향과 조직 자체와 사회가 자연에 의존하고 자연에 영향을 미침으로써 조직에 발생할 수 있는 잠재적 위험을 모두 담아야 한다.

더 많은 기관이 자연에 대한 자신의 의존성과 영향을 평가하고 공시할수록 역학은 바뀐다. 정보 비대칭은 줄어들고 동종 기관 간의 압력은 커지며, 입증 책임은 뒤집힌다. 자연과 관련된 위험과 영향, 가치를 고려하지 않는 것이 이제는 당연한 선택이 아니라, 오히려 그 선택을 정당화해야 하는 상황이 되고 있다. 금융 부문은 이러한 정보를 금융 의사결정에 체계적으로 통합하기 시작할 수 있으며, 이는 곧 가격 결정 메커니즘에도 반영되기 시작할 것이다. 다른 티핑 포인트들과 함께 이는 궁극적으로 금융과 보험에 대한 접근성과 감독 기준에도 변화를 가져올 수 있다. 공시는 그 자체가 목적이 아니라, 시장이 다른 위험 및 기회를 고려하는 것과 마찬가지로 자연을 체계적으로 반영할 수 있게 하는 기초적인 조건이다.^{358,377,378}

자연과 관련된 위험과 영향, 가치를 고려하지 않는 것이 이제는 당연한 선택이 아니라, 오히려 그 선택을 정당화해야 하는 상황이 되고 있다.

유해한 활동에 대한 자금 지원 중단하기

공공 보조금은 유해한 자금 지원을 이끄는 가장 강력한 동인 중 하나이며, 따라서 이를 개혁하는 것은 변화를 위해 활용할 수 있는 가장 강력한 수단 중 하나다.³⁷⁹ 정부가 문제 자체에 보조금을 지급하는 한, 금융기관이 그로부터 벗어나야 할 근거를 대기는 어렵다. 전 세계적으로 화석연료 보조금은 2022년 사상 최대치인 미화 7조 달러에 달했고, 유해한 농업 보조금(산림 파괴와 토양 훼손, 수자원 고갈을 초래하는 유해한 관행을 지원하는 보조금)은 연간 미화 약 4,700억 달러로 추산된다.^{259,380} 이러한 보조금은 지속가능한 투자에 불리하게 시장의 경쟁 여건을 체계적으로 기울인다. 이러한 보조금을 없애는 것은 유해한 활동으로 흘러가는 자본의 흐름을 막기 위한 전제조건이며, 이를 저탄소·네이처 포지티브 대안으로 전환하면 금융 시스템 전체의 투자 판단이 달라질 것이다.³⁷⁹

금융 부문 역시 자체적인 조율 문제에 직면해 있다. 탄소를 예로 들어보자. 화석연료 금융 지원에서 먼저 손을 떼는 기관은 그렇게 하지 않은 경쟁사에 사업을 빼앗기게 된다. 같은 논리가 산림 파괴와 연관된 원자재나 여전히 수익성이 있는 그 밖의 유해한 활동에도 적용된다. 어떤 개별 행위주체도 이 문제를 홀로 해결할 수 없다. 이를 극복하려면 명확한 규제 신호와 의무적인 전환 계획, 그리고 기관과 국가 전반에 걸친 공동의 공약이 필요하며, 이를 통해 게임의 규칙이 모두에게 동시에 적용되도록 해야 한다. 더 많은 기관과 국가가 공약할수록 뒤쳐진 이들이 좌초자산을 떠안게 될 위험은 커지고, 먼저 움직이는 것은 상업적 불이익이 아니라 경쟁우위의 원천이 된다.

가장 필요한 곳으로의 자본 동원을 가속화하고 자연금융 격차 해소하기

유해한 활동으로 흘러가는 자금줄을 차단하는 것에 더해, 우리는 위기가 요구하는 규모로 자연과 기후에 긍정적인 영향을 미치는 활동에 실질적인 신규 재원도 동원해야 한다.

그 규모는 상당하다. 생물다양성 자원 격차, 즉 현재 자연에 지출되는 금액과 생물다양성 손실을 멈추고 회복으로 전환하는 데 필요한 금액 사이의 차이는 연간 미화 약 9,420억 달러로 추산된다.³⁸¹ 이 격차를 해소하는 것 자체가 티핑 포인트는 아니지만, 생물다양성 금융이 취약하고 주변적인 수준에서 벗어나 스스로 지속되고 시스템 전반에 자리 잡는 방향으로 전환되는 임계점이다.

GBF 실천 목표 19는 2030년까지 새로운 공공 및 민간 생물다양성 재원을 연간 최소 미화 2,000억 달러 확보를 목표로 하고 있으며, 이는 보조금 개혁이 제 역할을 다한 이후에도 추가로 필요한 자본을 나타낸다.³³⁸ 이 두 가지 경로를 합치면 격차를 좁히는 데 실제로 무엇이 필요한지, 그리고 왜 정치적 의지와 금융 혁신이 똑같이 필요한지가 드러난다.

그 수익은 이러한 야심을 정당화한다. 복원과 보전을 통해 자연에 투자하는 것은 사회경제적으로 압도적인 타당성을 지닌다. IPBES는 대규모 자연 복원의 혜택이 평균적으로 비용의 10배에 이른다는 것을 밝혀냈다.³⁸² EU 자연복원법에 대한 유럽위원회의 영향평가는 이러한 근거를 뒷받침한다. 토지 복원에 투자되는 1유로마다 기후변화 완화와 자연재해 위험 감소, 수질 개선, 더 건강한 토양, 인간 건강 증진을 통해 8유로에서 38유로에 이르는 경제적 수익이 발생한다.³⁸³ 보전 투자에 대한 근거도 마찬가지로 뚜렷하다. 2024년의 한 분석에 따르면, 40개국에 걸쳐 미화 7조 4,000억 달러에 달하는 자연자본 격차(지구에 남아 있는 자연자산의 현재 상태와, 자연 관련 SDG 목표 일부를 달성하기 위해 그 자연자산이 갖춰야 할 상태 사이의 격차)를 좁히면 미화 152조 달러의 혜택이 발생하며, 이는 미화 1달러 투자당 미화 20달러에 해당하는 수익이다.³⁸⁴ 미래를 내다보면, 2022년 세계경제포럼(WEF) 보고서는 네이처 포지티브 정책이 전 세계적으로 미화 10조 달러의 기업 가치를 창출하고 3억 9,500만 개의 일자리를 뒷받침할 수 있다고 추산했다.³⁸⁵ 결정적으로, 이러한 혜택은 기후재해 발생 여부와 무관하게 일자리 창출과 생산성 향상, 더 건강한 공동체를 통해 발생하므로, 자연에 대한 투자는 단순영료한 경제적 근거만으로도 정당화된다.



이 격차를 해소하는 것 자체가 티핑 포인트는 아니지만, 생물다양성 금융이 취약하고 주변적인 수준에서 벗어나 스스로 지속되고 시스템 전반에 자리 잡는 방향으로 전환되는 임계점이다.



혼합금융 구조는 지속가능한
임업과 재생 농업, 해양 보전
분야에서 그 개념의 타당성을
입증하고 있다.

특히 생물다양성 위험도가 높은 시장부문에서 이러한 자본을 동원하려면 이용 가능한 민간 자본과 투자 가능한 기회 사이의 간극을 메워야 한다. 예를 들어 보증이나 저금리 대출을 제공함으로써 공공 재원을 전략적으로 배치하면, 특히 신흥시장에서 풍부하게 존재하지만 인지된 위험 때문에 정체되어있는 민간 자본을 끌어낼 수 있다.³³⁵ 혼합금융 구조는 지속가능한 임업과 재생 농업, 해양 보전 분야에서 그 개념의 타당성을 입증해 왔다.³⁸⁶ 이러한 접근법을 실제로 구현하려는 전담 노력도 이어지고 있다. 네덜란드기후개발기금은 개발도상국의 기후 회복탄력성이 높은 네이처 포지티브 사업에 대한 민간 투자를 끌어내기 위해 혼합금융을 활용하며, 수익화 가능한 자연 해법(Bankable Nature Solutions)은 자연 관련 투자가 민간 자본의 위험-수익 요건을 충족하도록 구조화한다.^{387,388}

이 논리는 일단 추진력을 얻으면 스스로를 강화한다. 초기 투자가 성공을 거두면 민간 투자자들은 확신을 얻고 자본 비용은 낮아진다. 더 많은 민간 자본이 유입되면서 인지된 위험은 더욱 줄어들고, 필요한 공공 투자 총액도 줄어든다. 이러한 시스템 역학이 시간을 두고 펼쳐지는 동안, 초기 거래들은 행동이 가장 필요한 곳을 보호하는 데 도움을 준다. 투자가 이미 임계 규모에 도달한 곳에서는 시장 역학이 그 역할을 이어받을 수 있다. 태양광 모듈 비용은 2010년 이후 90% 넘게 떨어졌고, 배터리 비용도 비슷한 규모로 떨어졌는데, 이는 누적된 투자와 경험을 통한 학습의 결과다.¹⁶⁶ 청정기술이 비용 임계점을 넘어서면, 그 이점은 스스로를 강화하기 시작하며 화석연료 대안을 밀어내기 시작할 수 있다. 금융 시스템은 충분한 규모와 속도로 자본을 집중시킴으로써 이러한 임계점에 도달하는 데 결정적인 역할을 한다. 자연 기반 해법에서도 비슷한 역학이 나타나기 시작하고 있으며, 그에 상응하는 임계점을 찾아내고 넘어서는 것이 다음 과제다.

그러나 자본을 가장 필요로 하는 이들을 건너뛰다면 자본을 동원하는 것만으로는 충분하지 않다. 토착민과 지역 공동체는 전 세계 토지와 수역에 걸쳐 많은 생물다양성을 관리하고 있지만, 보전을 위한 자원 가운데 극히 일부분만 받고 있다. 예를 들어 간소화된 인종과 지역사회 주도 거버넌스, 관습적 점유권 인정을 통해 이들의 직접적이고 공평한 접근을 보장하는 것은 지엽적인 형평성 문제가 아니라 효과적인 성과를 위한 전제조건이다.

권고사항

- **의무적인 기후 및 자연 관련 공시를 강화하고 지켜낸다.** 정책 입안자는 과학 기반 분류체계와 이중 중대성 접근법, TNFD와 같은 신뢰할 수 있는 프레임워크에 기반한 전환 계획을 지원해야 하며 GBF 실천 목표 15의 신뢰할 수 있는 이행을 가능하게 해야 한다. 전환 계획에는 그 투자를 실현 가능하게 만드는 데 필요한 정책 및 규제 여건을 명확히 명시해야 하며, 이를 통해 정부가 스스로 약속한 여건 조성 환경을 제공하도록 책임을 묻는 피드백 루프가 만들어진다. 이러한 노력을 약화하거나 지연시키려는 정치적 압력에는 저항해야 한다.
- **자연 관련 위험에 관해 일반적인 지침에서 구체적인 행동으로 나아간다.** 금융감독기관과 중앙은행은 지표와 데이터, 정밀실사에 대한 명확한 기준을 세우고 자체적인 자연 관련 스트레스 테스트를 실시해야 한다. 그 결과는 은행과 보험사에 대한 감독 기대치와 중앙은행의 운영 모드를 형성해야 하며, 이를 통해 자연 위험이 기후 위험과 동일한 엄격함으로 관리되고 중앙은행이 자신의 대차대조표를 통해 의도치 않게 그 위험을 증폭시키지 않도록 해야 한다.³⁴⁹
- **통합된 넷제로·네이처 포지티브 부문별 경로를 개발한다.** 많은 부문에서 명확한 넷제로 경로는 이미 존재하지만, 네이처 포지티브 경로는 아직 부족하다. 농업과 임업, 수산업, 부동산 등 영향력이 큰 부문에서 네이처 포지티브가 무엇을 의미하는지 규정하는 명확하고 과학 기반 경로가 없다면 금융기관은 자신의 자연 관련 전환을 신뢰성 있게 계획할 수 없다. GBF 목표와 국가 생물다양성 전략 및 이행계획을 바탕으로 이러한 경로를 개발하고, 넷제로 경로와의 명확한 상호 연계성을 고려해 통합하는 것이 시급한 과제다.
- **신흥시장을 위한 혼합금융의 규모를 확대한다.** 다자간개발은행과 개발금융기관, 자선 자본은 네이처 포지티브 투자의 위험을 낮추고 민간 자본을 끌어들이자 자본 비용이라는 장벽을 해소하는 데 전략적으로 활용되어야 한다.
- **넷제로 및 네이처 포지티브 연합을 재건하고 강화한다.** 금융기관은 집단적 진전과 책임성을 촉진하기 위해 연합을 재건해야 한다. 이는 공정한 경쟁의 장을 만들고 기관 차원의 행동을 촉진하기 위한 필수 조건이다.



인센티브가 주어지면 자본은 흐름 준비가 되어 있다

최근 몇 년간의 정치적 반발을 민간 부문의 의지가 약해진 것으로 오해해서는 안 된다. ‘회복탄력성’을 향한 경로 보고서(The Path to Resilience report)’는 19개국의 기업 설문조사를 바탕으로, 기업들이 넷제로이자 네이처 포지티브한 미래로의 공정한 전환을 어떻게 이해하고 그에 대응하고 있는지, 그리고 그들이 보는 기회와 마주한 장벽, 더 빠르고 공정한 진전을 이끌어낼 기회를 살펴본다.³⁸⁹

많은 기업 리더들은 실제로 규제의 후퇴에 크게 우려하고 있다. 이들은 이후 변화한 정책 환경을 전제로 투자를 진행하고 인력을 구성했으며, 공개적으로 공약도 제시해 왔다. 이러한 좌절감은 충분히 이해할 수 있다. 그러나 그렇다고 해서 행동을 미뤄야 하는 것은 아니다.

지속가능한 투자자의 S-곡선은 추진력을 쌓아가고 있었다. 재생에너지와 전기차, 지속가능한 농업 분야에서 경험을 통한 학습이라는 역학은 녹색 투자를 단순히 책임 있는 선택을 넘어 상업적으로도 매력적인 선택으로 만들기 시작하고 있었다. S-곡선을 따른 진전은 느려졌을 뿐 멈추지 않았으며, 다시 가속화될 수 있다. 청정기술의 비용 우위는 실재한다. 기후와 생물다양성 손실의 위험은 이미 대차대조표에 나타나기 시작했다. 공급망 회복탄력성과 자원 효율성, 장기적 자산 가치, 미래 시장에 대한 접근을 위해 행동해야 한다는 사업적 근거는 정부가 먼저 움직이는지 여부에 좌우되지 않는다. 선도적인 금융기관과 자산운용사, 기업들은 어려운 정책 여건 속에서도 과감한 행동이 상업적으로 실현 가능하다는 것을 보여주었다. 이러한 리더십은 중요하다. 이는 실적을 쌓고 시장 인프라를 구축하며, 다른 이들이 뒤따르기 쉽게 만드는 규범을 확립한다.

동시에 개별적인 노력에는 한계가 있다. 단기주의와 가격이 매겨지지 않은 외부효과, 조율 실패와 같은 구조적 장벽은 어떤 단일 기관이 홀로 나서 해결할 수 없다. 공정한 경쟁의 장을 만들고, 먼저 움직인 이들이 겪는 경쟁상의 불이익을 없애며, 과학이 요구하는 속도와 규모로 전환이 이루어지도록 보장하려면 더 강력한 정책과 규제, 공공 투자가 여전히 반드시 필요하다. 민간 부문과 정책 입안자는 함께 움직여야 한다. 티핑 포인트를 위한 여건은 손 닿는 곳에 있다. 이제 과제는 행동하는 것이다.

○

많은 기업 리더들은 실제로 규제의 후퇴에 크게 우려하고 있다. 이들은 이후 변화한 정책 환경을 전제로 투자를 진행하고 인력을 구성했으며, 공개적으로 공약도 제시해 왔다. 이러한 좌절감은 충분히 이해할 수 있다. 그러나 그렇다고 해서 행동을 미뤄야 하는 것은 아니다.



제5장

글로벌 행동 조율 및 가속화

WWF의 *지구생명보고서*는 지난 30년 가까이 전 세계 생물다양성이 지속적으로 감소하는 모습을 기록해 왔다. 그렇다면 이러한 감소세를 반전시키기 위해서는 무엇이 필요할까?

유엔 생물다양성협약(UN Convention on Biological Diversity, CBD)을 통해 전 세계 거의 모든 국가가 합의한 쿤밍-몬트리올 글로벌 생물다양성 프레임워크(Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework, GBF)는 명확한 목표와 이를 실현하기 위한 신뢰할 수 있는 경로를 제시한다. 인간과 자연이 조화롭게 살아가는 세상이라는 장기 비전 아래, 2050년까지 달성해야 할 네 가지 목표에는 토착 야생생물종의 개체수를 건강하고 회복탄력성을 갖춘 수준으로 늘리는 것이 포함된다. 또한 2030년까지 달성해야 할 23개 세부 목표는 생물다양성 손실을 멈추고 감소 추세를 반전시켜 자연을 회복의 길로 이끌기 위한 시급한 행동을 촉진하는 것을 목표로 한다.

GBF의 핵심 강점은 폭넓은 관점이다. 전통적인 보전 행동을 넘어 자연과 우리의 관계를 변화시키기 위한 전 사회적 접근(whole-of-society approach)을 요구한다. 전 사회적 접근은 개인과 공동체 모두의 주체성을 강조하며, 모두가 각자의 역할을 해야 한다. 목표를 달성하려면 사회의 다양한 주체들이 협력하고, 국제적 합의가 더디게 진행되는 경우에는 일부 국가들이 연대해 공동으로 행동해야 한다. 또한 생물다양성을 모든 부문에서 고려하고, 금융 흐름이 자연에 긍정적인 영향을 미치는 방향으로 이어지도록 하며, 모든 수준에서 이를 뒷받침하는 정책과 거버넌스를 마련해야 한다.

GBF의 목표를 달성하기 위해서는 근본적인 전환이 요구된다. 생물다양성 손실을 초래하는 착취적이고 낭비적인 경제 체제에서 벗어나, 모두의 이익을 위해 자연을 장기적으로 보전하고 관리하는 지속가능하고 재생적인 시스템으로 전환해야 한다.¹⁰³ 이는 앞 장에서 다룬 세 가지 시스템의 신속한 전환을 의미한다. 기후변화의 주요 원인인 에너지 시스템, 서식지 손실의 가장 큰 원인인 식량 시스템, 그리고 자연을 훼손하는 활동에 자금을 제공하는 금융 시스템이 바로 그것이다.

GBF의 목표를 달성하기 위해서는 근본적인 전환이 요구된다. 생물다양성 손실을 초래하는 착취적이고 낭비적인 경제 체제에서 벗어나, 모두의 이익을 위해 자연을 장기적으로 보전하고 관리하는 지속가능하고 재생적인 시스템으로 전환해야 한다.

짧은 기간 안에 이 정도 규모의 변화를 이끌어내려면 긍정적 티핑 역학을 활용하는 것이 반드시 필요하다. 2050년까지 인간과 자연이 조화롭게 살아가는 새로운 시스템 상태에 도달하려면, 앞으로 20년 동안 전환을 빠르게 가속하고 스스로 확산되도록 해야 한다. 그러나 이를 위해서는 먼저 변화가 일어날 수 있는 여건을 제대로 갖추어야 한다. 2030년까지의 목표와 행동 계획을 담은 GBF는 이러한 과정을 이끄는 지침이 될 수 있지만, 현재의 이행 수준은 충분한 성과를 내지 못하고 있다. GBF가 핵심적인 다자간 협력의 기반을 제공하는 한편, 다양한 국제적 활동도 함께 진행되고 있다. 의지를 지닌 정부들의 연대, 다자간 금융 이니셔티브, 부문별 협약 등이 있으며, 이러한 활동은 GBF의 공동 목표 달성을 앞당길 수 있다. 예를 들어 브라질과 콩고민주공화국, 인도네시아 같은 열대림 보유국이 유럽 파트너들과 협력하여 산림 보전에 대한 연간 보상을 제공하는 열대림영구기금(Tropical Forest Forever Facility), 화석 연료로부터의 전환에 뜻을 모은 국가들의 산타마르타 회의(Santa Marta gathering), 그리고 200개 이상의 금융기관이 자산 포트폴리오를 네이처 포지티브 성과와 부합하도록 조정하는 생물다양성 금융 서약(Finance for Biodiversity Pledge) 등이 대표적이다.

CBD 당사국으로서 각국 정부는 생물다양성 손실과 자연 훼손을 멈추고 회복으로 전환하는 데 앞장설 일차적 책임이 있다. 그러나 민간 부문과 기타 비국가 주체들 역시 행동에 나설 수 있도록 효과적인 정책과 규제 여건을 조성해야 한다. 이것이 바로 전 사회적 접근이다. 국가 생물다양성 전략 및 이행계획에 대한 초기 보고를 보면, 각국은 아직 이러한 전 사회적 접근을 충분히 촉진하지 못하고 있는 것으로 나타났다.³⁹⁰ 많은 국가가 지역공동체와 토착민, 시민사회, 민간 부문 등 지방정부 및 비국가 주체의 참여를 이끌어내기 위한 여건 조성 정책을 충분히 마련하지 않고 있다.

각국은 ‘차별화된 책임(differentiated responsibility)’ 개념을 이행하는 데 있어서도 기대에 미치지 못하고 있다. GBF에 따르면 각국은 자국의 여건과 우선과제, 역량에 따라 글로벌 목표와 세부 목표 달성에 기여해야 한다.³⁹¹ 그러나 각국이 어떤 방식으로 기여할지는 스스로 결정하며, 그 기여가 실질적인 성과로 이어지도록 하는 방법에 대한 종합적인 분석이나 지침이 마련되어 있지 않다(박스 5.1). 그 결과 국가 간 전략적인 협력과 상호보완적 행동이 이루어지기보다는, 현재 각 당사국이 제시한 공약을 모두 합쳐도 GBF 목표를 달성하는 데 필요한 수준에 미치지 못한다.

CBD 당사국으로서 각국 정부는 생물다양성 손실과 자연 훼손을 멈추고 회복으로 전환하는 데 앞장설 일차적 책임이 있다.



박스5.1 차별화된 생물다양성 공약

차별화된 국가별 공약은 각국이 고유한 자산과 책임, 역량에 맞춰 GBF 목표 달성에 기여하는 방안을 마련하는 것을 의미한다. 그러나 이러한 국가별 기여는 국제적인 조율이 뒷받침되지 않으면 GBF 목표 달성을 위한 충분한 성과를 내지 못할 수 있다. GBF가 국경을 넘어 발생하는 환경 영향과 파급효과를 줄이기 위한 명시적이고 측정 가능한 목표를 제시하지 않고 있어, 국내에서 환경 영향을 줄이려는 노력이 의도치 않게 다른 지역에 더 많은 피해를 입힐 수 있다.

예를 들어, A국이 국내에서 자연보전 성과를 거두었지만, 무역 관행이나 수입, 금융 흐름에서 비롯되는 국외 영향은 다루지 못했다고 가정해 보자. A국은 국내 성과를 보고할 수 있지만, 동시에 B국의 산림 파괴와 환경 오염, 지속가능하지 않은 자원 채취에 상당한 영향을 끼치고 있을 수 있다. 한편 생물다양성이 풍부하지만 원자재 수출에 크게 의존하는 B국은 국내 보전 성과를 달성하는 데 어려움을 겪을 수 있다. 그 결과 전 세계적으로는 생물다양성의 순손실이 발생하게 된다.

이러한 구조적 불균형은 더 근본적인 문제를 드러낸다. 보다 명확한 기준과 충분한 논의, 그리고 공적 책임이 강화되지 않는다면, 각국은 전 세계적인 생물다양성 손실의 요인을 줄이기 위해 시급히 필요한 행동보다, 자국에서 정치적·경제적으로 유리한 행동을 우선시하는 경향이 있다. 현재 국가별 보고서는 각국의 국내외 활동이 미치는 누적 영향을 평가하지 않고 있기 때문에, 글로벌 목표에 대한 전체적인 기여가 긍정적인지 부정적인지를 판단하기 어렵다.



두 국가 모두 30x30 목표의 이행 성과를 보고하지만, 전 세계 생물다양성은 여전히 감소하게 된다. 30x30은 보호되는 면적(헥타르)을 기준으로 하며, 보호 대상 지역의 생물다양성 가치를 반영하지 않는다.



GBF(글로벌 생물다양성 프레임워크)는 한 국가의 소비가 다른 국가의 생태계에 미치는 영향을 측정하지 않는다.

출처: Milner-Gulland 외 (2026)³⁹²

그렇다면 GBF 목표를 달성하고 2030년 이후에도 필요한 전환을 가속화하려면 무엇이 달라져야 할까? 첫째, 각국은 글로벌 목표 달성에 가장 크게 기여할 수 있도록 차별화된 공약을 수립해야 한다. 둘째, 이러한 공약은 전 사회적 접근을 조정하고 촉진할 수 있는 정책을 통해 뒷받침되어야 한다. 셋째, 사회 전반에서 이루어지는 모든 기여의 진척 상황을 모니터링해야 한다. 이를 통해 무엇이 효과가 있는지 파악하고, 필요한 경우 전략을 조정하고 자원을 재배분하며, 정부와 그 밖의 주체에 책임을 물을 수 있어야 한다.

차별화된 국가별 공약의 결정

기후 분야에서는 과학에 기반하고 현지 여건을 반영해 국가별로 구체적인 정책 경로를 모델링·비교하고 우선순위를 설정하는 방법론이 이미 잘 마련되어 있다. GBF 이행을 위해서도 각국이 과학에 기반한 전략적 경로를 수립할 수 있도록 지원하는 유사한 과정이 필요하다.

국가 생물다양성 전략 및 이행계획은 흔히 자국의 생물다양성과 생태계를 보전·관리하기 위한 노력을 반영하고 있지만, 각국의 경제와 정책이 국제적으로 미치는 영향, 특히 에너지·식량·금융 부문에서 소비와 무역으로 인해 발생하는 영향은 제대로 고려하지 않는 경우가 많다.³⁹³ 그 결과 현재 국가별 계획에는 전 세계적인 영향을 미치는 전환에 필요한 사항이 아직 충분히 반영되어 있지 않다.³⁹⁰

각국이 전 지구적, 국가적 차원에서 가장 큰 성과를 낼 수 있도록 차별화된 방안을 한 걸음 물러나 면밀히 검토하는 것이 필요하다. 여기에는 자국의 생물다양성을 보전하기 위한 조치의 이점과 현재와 미래에 국경 밖에 미치는 환경 영향을 줄이는 것의 이점을 비교하는 과정이 포함된다.

예를 들어, 생물다양성이 풍부한 국가에서 생산된 원자재를 대량으로 소비하는 생물다양성이 낮고 소득이 높은 국가의 경우, GBF의 글로벌 목표 달성에 가장 크게 기여할 수 있는 공약은 이러한 원자재 소비를 줄이는 국가 정책을 시행하는 것일 수 있다(박스 5.1). 이러한 영향에 대한 분석은 차별화된 국가별 공약과 행동을 설계하는 데 도움을 줄 수 있으며, 특히 에너지·식량·금융과 같은 우선 부문에서 각국이 전략적으로 목표 수준을 높이는 데 필요한 정보를 제공할 수 있다.

공약과 행동에 대한 국가 차원의 우선순위 결정을 지원하기 위해서는, 예상되는 전 지구적, 국가적 영향을 평가해야 한다. 이를 가능하게 하는 과학적 모델이 개발되고 있지만, 관련 분야 전문가들의 자문을 통해 결과의 타당성을 검증할 필요가 있다.³⁹⁴ 이를 통해 GBF 목표 달성을 위한 각국의 공약을 최적화하고, 이러한 공약을 이행하기 위한 정책적 선택을 보다 명확히 할 수 있을 것이다.³⁹²

GBF 이행을 위한 긍정적 티핑 포인트 설계

각국은 또한 전 사회적 접근을 통해 차별화된 공약의 이행을 가속화하도록 유도하는 정책을 마련해야 한다. 이 과정에서 국가 정부가 핵심적인 역할을 수행하지만, 유일한 이행 주체는 아니라는 점을 인식해야 한다.

이 보고서에서 다룬 긍정적 티핑 포인트 프레임워크는 효과적인 정책을 설계하는 데 도움이 될 수 있다. 여기에는 규제와 인센티브 구조를 통해 올바른 여건을 조성하고, 핵심 레버리지 포인트를 파악하며, 행동을 조율하고, 긍정적인 전환을 보장하는 것이 포함된다.

전 세계적으로 지역공동체, 시민사회, 민간 부문, 공공 부문, 그리고 국가 연합이 에너지·식량·금융 시스템에서 변화를 위한 긍정적 티핑 포인트를 만들어내기 위해 협력하는 사례가 점차 늘어나고 있다. 이러한 노력은 지역사회·지역·국가 차원에서 변화를 촉진하고 있다. 기존 사례 연구와 지속적인 실험, 지식 공유를 통해 특정 성과를 이끌어내는 긍정적 티핑 포인트를 촉발하는 정책이 무엇인지 더 깊이 이해할 수 있다.

국가 생물다양성 전략 및 이행계획은 흔히 자국의 생물다양성과 생태계를 보전·관리하기 위한 노력을 반영하고 있지만, 각국의 경제와 정책이 국제적으로 미치는 영향, 특히 에너지·식량·금융 부문에서 소비와 무역으로 인해 발생하는 영향은 제대로 고려하지 않는 경우가 많다

지역사회와 지방정부는 녹지 공간을 확대하고 도시 및 지역 개발을 계획하며 지역 차원의 보전 활동을 지원하고 있다.

긍정적 티핑 포인트를 향한 전 사회적 진전 측정

마지막으로, 전사회적 접근을 통해 이루어지는 성과를 종합적으로 파악할 수 있어야 한다. GBF 목표 달성에 기여하는 수많은 노력과 혁신, 행동은 이제서야 국가 보고 체계에 반영되기 시작했다.³⁹⁵ 예를 들어 토착민은 자신들만의 법과 여건에 따라 보호지역을 지정하여 보전과 전통적인 생계의 균형을 도모하고 있다. 지역사회와 지방정부는 녹지 공간을 확대하고 도시 및 지역 개발을 계획하며 지역 차원의 보전 활동을 지원하고 있다. 민간 기업은 환경적 위험과 영향을 줄이기 위한 새로운 운영 계획을 도입하고 있으며, 국가 연합은 공식적인 CBD 보고 주기와 별도로 다양한 이니셔티브를 추진하고 있다. CBD는 각국 정부 외의 다른 주체도 자신들의 생물다양성 관련 활동을 자발적으로 제출할 수 있도록 온라인 보고 플랫폼을 제공하고 있지만, 실제 활동을 충분히 반영하지 못하고 있으며 체계적으로 연계되어 있지 않은 상태다.³⁹⁶ 전사회적 접근을 통한 활동을 반영하지 못하면 보고, 검증, 장기적 책임성에 공백이 발생할 수밖에 없다.

공식 데이터는 사회 모든 부문과 시민사회, 모든 층위의 정부에서 이루어지는 노력을 반영해야 한다. 그래야만 누적된 성과를 파악하고, 이를 바탕으로 학습과 개선을 위한 통찰을 얻을 수 있다. 동시에 GBF 목표 달성을 위한 각국의 노력을 추적하고 평가하는 독립적인 메커니즘이 필요하다. 이는 기후 행동을 독립적으로 모니터링하는 ‘기후행동트래커(Climatic Action Tracker)’와 같은 방식의 ‘자연행동트래커(Nature Action Tracker)’가 될 수 있다.³⁹²

이 자연행동트래커는 정책에 기반한 행동의 실제 성과를 포착하고 검증할 수 있어야 한다. 또한 이행을 가로막는 장애요인을 파악하고, 공공의 책임성과 비판적 논의, 정책 학습을 강화하여 자연을 위한 전 지구적 행동을 심화하고 가속할 수 있어야 한다. 이를 위해 각국의 전문가, 연구자, 실무자로 구성된 네트워크를 활용해 실제 이행 상황과 진전, 장애요인을 평가하는 한편, 정부 보고서에 포함되지 않았던 비정부 이니셔티브와 그동안의 교훈도 함께 반영해야 한다. 이는 기존의 다자간 모니터링 체계를 보완하여 GBF를 강화하고, 공공의 책임성을 높여 보다 적극적인 행동을 이끌어낼 수 있을 것이다.

전망

인류는 역사상 그 어느 때보다 부유하고, 기술적으로 발전했으며, 더 많은 정보를 갖게 되었다. 그러나 우리의 번영을 떠받치는 생명의 기반은 전례 없는 속도로 붕괴되고 있으며, 이로 인해 불평등도 심화되고 있다. 오늘날 전 세계적으로 생물다양성 손실은 경제적 안정과 지정학적 안보, 그리고 인간의 웰빙을 위협하는 실존적 위협으로 널리 인식되고 있다.

우리는 무엇이 자연 파괴를 초래하는지 알고 있으며, 이를 멈추는 방법도 알고 있다. GBF 목표를 달성하려면, 전 세계적 규모의 과제에 걸맞은 차별화되고 조율된 국가별 공약이 필요하다. 이러한 높은 수준의 목표는 효과적인 이행으로 뒷받침되어야 하며, 사회 전반의 행동을 이끌어낼 정책적 지원과 재정이 필요하다. 또한 우리는 진전 상황을 지속적으로 점검하고, 공공의 책임성을 높이며, 근거에 기반한 의사결정이 이루어질 수 있도록 해야 한다.

인간과 자연이 조화를 이루며 살아가는 세상은 충분히 이뤄낼 가치가 있는 목표다. 우리에게는 그 목표에 도달하기 위한 신뢰할 수 있는 경로가 있으며, 각자 다른 방식으로 우리 모두에게는 행동할 수 있는 주체성이 있다. 긍정적 티핑 포인트를 통한 전환은 우리 생각보다 더 빠르게 일어날 수 있다. 쉽지 않아 보이는 상황 속에서도, 우리에게는 희망을 가질 합리적인 근거가 있다.

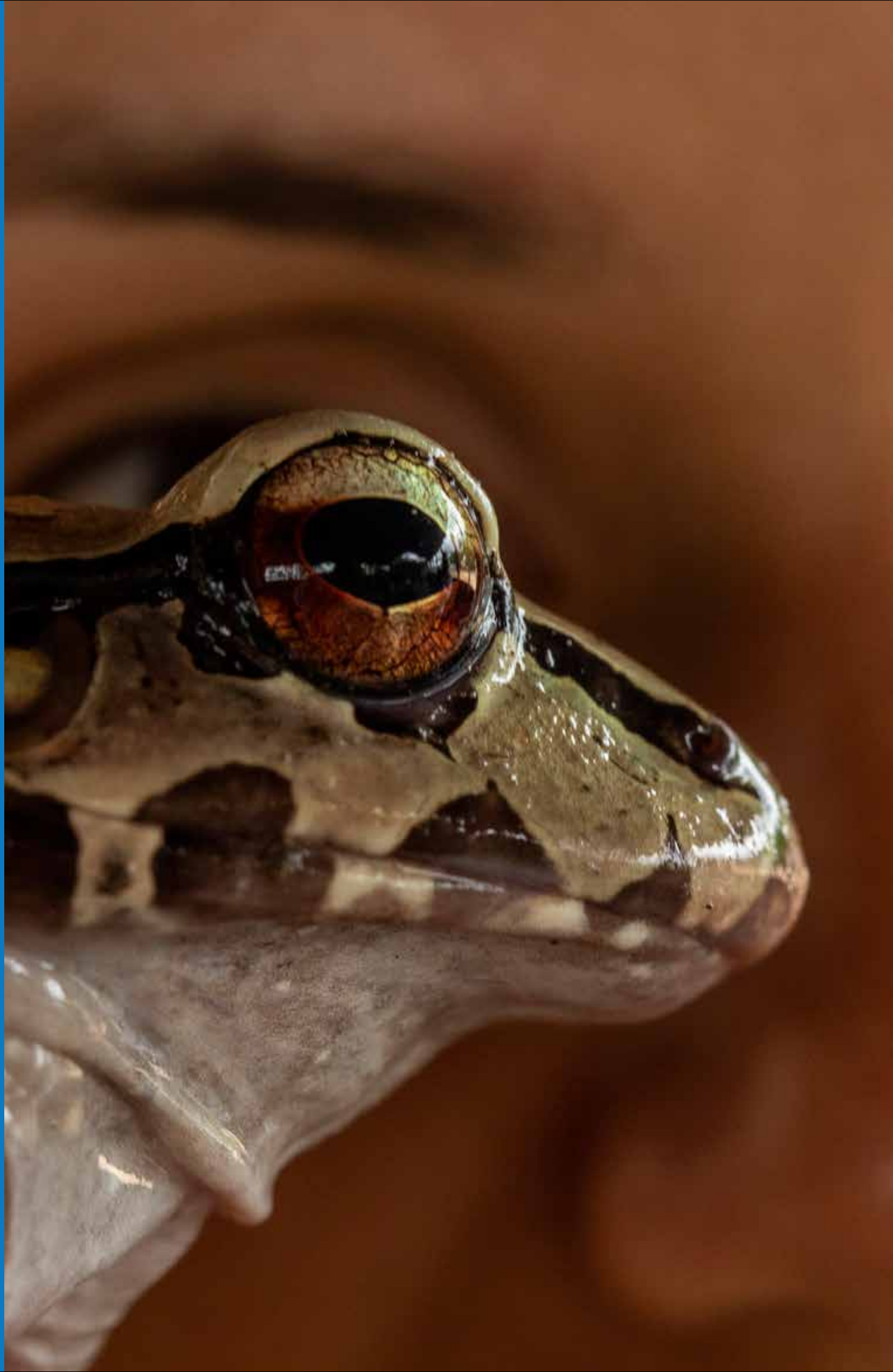


쉽지 않아 보이는 상황 속에서도, 우리에게는 희망을 가질 합리적인 근거가 있다.



사진 출처

Page 2-3: © poco_bw / iStock
 Page 4-5: © Sen R / Pexels
 Page 6: © Matt Baker / Ríos to Rivers
 Page 7: © Steam Cone Story / iStock
 Page 8-9: © pierivb / iStock
 Page 10: © zhao dongfang / Adobe Stock
 Page 11: © ultramansk / Adobe Stock
 Page 12: © ma li / iStock
 Page 13: © Jasper Doest / WWF
 Page 14-15: © Carlos Egocheaga / WWF-Perú
 Page 16: © Neto ilhabela / CC BY-SA 4.0
 Page 18-19: © Chris Del Santo / Pexels
 Page 20-21: © Bastien Preuss / WWF France
 Page 22: © Christy Frank / WWF-US
 Page 24: © Luis Bernardo Cano / WWF-US
 Page 27: © Staffan Widstrand / Wild Wonders of China / WWF
 Page 31: © Tharin Sinlapachai / Shutterstock
 Page 34: © Staffan Widstrand / WWF
 Page 36: © Karine Aigner / WWF-US
 Page 38: © Andrés Murrieta / WWF Perú
 Page 39: © Greg Armfield / WWF-UK
 Page 40: © Kaibab National Forest / Public Domain
 Page 42-43: © Tuna, © Wild Wonders of Europe / Zankl / WWF; tiger, © lavin photography / iStock; elephants, © Martin Harvey / WWF; turtle, © Giorgia Doglioni / Unsplash
 Page 44: © WWF-Viet Nam / Cham Team
 Page 46: © Meredith Kohut/WWF-US
 Page 48: © Top, macoy.mejia / CC BY-SA 4.0; bottom, © Amar singh kangarot / CC BY-SA 4.0
 Page 49: © California Energy Commission / CC BY 2.0
 Page 51: © Chris Bentley / CC BY-NC-ND 4.0
 Page 52: © U.S. Department of Agriculture / Public Domain
 Page 53: © Roman Bulatov / Vecteezy
 Page 54: © CGP Grey / CC BY 2.0
 Page 55: © A HIP A HUB STOCK / Shutterstock
 Page 56-57: © 一飞 黄 / Adobe Stock
 Page 58: © AgriSolar Clearinghouse / CC BY 2.0
 Page 60: © Michael Pointner / Pexels
 Page 61: © U.S. Department of Agriculture / Public Domain
 Page 62: © Saeed Ahmed Abbasi / Pexels
 Page 63: © WWF-Pakistan
 Page 64: © Pand P Studio / Shutterstock
 Page 66: © Jiri Vondrous / Vecteezy
 Page 67: © zhu difeng / Adobe Stock
 Page 68: © wingedwolf / iStock
 Page 69: © Getty Images / Unsplash
 Page 70: © scottiebumich / iStock
 Page 71: © carina furlanetto / Adobe Stock
 Page 74: © myfriendkarla / Pixabay
 Page 75: © Reetta Pasanen / WWF
 Page 76: © United Soybean Board / CC BY 2.0
 Page 77: Top, © Herbert Pictures / iStock; bottom, © WWF-US/Alejandro Prieto
 Page 78: Left: © Karnwela / Shutterstock; right, © Hadi1413 / Shutterstock
 Page 79: © Nikada / iStock
 Page 80: © Yann Macherez / CC BY-SA 4.0
 Page 81: © Getty Images / Unsplash
 Page 82: © Getty Images / Unsplash
 Page 83: © Adriano Gambarini / WWF Living Amazon Initiative
 Page 84: © Nelson Antoine / Adobe Stock
 Page 85: © Edwin Butter / Adobe Stock
 Page 86: © WWF-US/Mac Stone
 Page 88: © Magnus Lundgren / Wild Wonders of China / WWF
 Page 89: © Ola Jennersten / WWF-Sweden
 Page 90: © Leung Kwok Tung Ktleung / Pexels
 Page 91: © Zoya2222 / iStock
 Page 92: © Deba D / Pexels
 Page 93: © Audra Melton / The Coca-Cola Company / WWF
 Page 94: © naturepl.com / Wim van den Heever / WWF
 Page 96: © WWF-US/Sirachai Arunrugstichai
 Page 98: © Hugo Magalhaes / Pexels
 Page 101: © Charith Kodagoda / Pexels
 Page 104: © United States Forest Service / Public Domain
 Page 106: © camilodiazphotography / WWF-Colombia
 Page 120-121: © Zach Vaughan / zachvaughanphotography.com
 Back Cover: © Robert Stokoe / Pexels



참고 문헌

1. IPBES. Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Brondizio E, Settele J, Díaz S, Ngo H, editors. Bonn, Germany: IPBES secretariat; 2019. doi:<https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673>
2. Chapin F, Zavaleta E, Eviner V, Naylor R, Vitousek P, Reynolds H, et al. Consequences of changing biodiversity. *Nature*. 2000 May 11;405(6783):234–42. doi:10.1038/35012241
3. IPBES. Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services [Internet]. Díaz S, Settele J, Brondizio E, Ngo H, Guèze M, Agard J, editors. Zenodo; 2019 Nov [cited 2026 Mar 25]. Available from: <https://zenodo.org/records/3553579> doi:10.5281/zenodo.3553579
4. Santini L, Benítez-López A, Dormann CF, Huijbregts MAJ. Population density estimates for terrestrial mammal species. *Global Ecology and Biogeography*. 2022;31(5):978–94. doi:10.1111/geb.13476
5. Marconi V, Deinet S, Puleston H, et al. Living Planet Report Technical Supplement 2026: Living Planet Index. Zoological Society of London; 2026.
6. Ledger SEH, Loh J, Almond R, Böhm M, Clements CF, Currie J, et al. Past, present, and future of the Living Planet Index. *npj biodiversity*. 2023 Jun 1;2(1):12. doi:10.1038/s44185-023-00017-3
7. Hilborn R, Amoroso RO, Anderson CM, Baum JK, Branch TA, Costello C, et al. Effective fisheries management instrumental in improving fish stock status. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2020 Jan 28;117(4):2218–24. doi:10.1073/pnas.1909726116
8. Hilborn R, Buratti C, Acuña E, Hively D, Kolding J, Kurota H, et al. Recent trends in abundance and fishing pressure of agency-assessed small pelagic fish stocks. *Fish and Fisheries*. 2022;23(6). doi:<https://doi.org/10.1111/faf.12690>
9. Pacoureau N, Rigby CL, Kyne PM, Sherley RB, Winker H, Carlson JK, et al. Half a century of global decline in oceanic sharks and rays. *Nature*. 2021 Jan;589(7843):567–71. doi:10.1038/s41586-020-03173-9
10. Dulvy NK, Aitchison RM, Arnold AE, Booth H, Charvet P, Finucci B, et al. Bending back the curve of shark and ray biodiversity loss. *Nat Rev Biodivers*. 2026 Jan 22;2(2):92–115. doi:10.1038/s44358-025-00120-2
11. FAO. The State of the World's Forests 2024 - Forest-sector innovations towards a more sustainable future [Internet]. Rome, Italy: FAO; 2024 [cited 2026 May 15]. Available from: <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cd1211en> doi:10.4060/cd1211en
12. Sims MJ, Stanimirova R, Raichuk A, Neumann M, Richter J, Follett F, et al. Global drivers of forest loss at 1 km resolution. *Environ Res Lett*. 2025 Jun;20(7):074027. doi:10.1088/1748-9326/add606
13. Sayer CA, Fernando E, Jimenez RR, Macfarlane NBW, Rapacciuolo G, Böhm M, et al. One-quarter of freshwater fauna threatened with extinction. *Nature*. 2025 Feb;638(8049):138–45. doi:10.1038/s41586-024-08375-z
14. Deinet S, Flint R, Puleston H, Baratech A, et al. The Living Planet Index (LPI) for migratory freshwater fishes 2024 update: Technical report [Internet]. Zoological Society of London; 2024. Available from: https://assets.worldwildlife.org/www-prd/documents/6f6b5o5dn1_LPI_migratory_freshwater_fishes_2024_Technical_report.pdf
15. He F, Thieme M, Zarfl C, Grill G, Lehner B, Hogan Z, et al. Impacts of loss of free-flowing rivers on global freshwater megafauna. *Biological Conservation*. 2021 Nov 1;263:109335. doi:10.1016/j.biocon.2021.109335
16. IPBES Technical Support Unit On Knowledge And Data. IPBES regions and sub-regions [Internet]. Zenodo; 2021 [cited 2026 Apr 3]. Available from: <https://zenodo.org/record/5719431> doi:10.5281/ZENODO.5719431
17. Balvanera P, Pfaff A, Frapolli E, Ainul H, Leticia M, Akong M, et al. Chapter 2.1 Status and Trends—Drivers of Change. In: IPBES Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services. Bonn, Germany: IPBES secretariat; 2019. doi:10.5281/zenodo.5517423
18. Gallinat AS, Zipf L, Ellwood ER, McDonough MacKenzie C. Birds. In: Schwartz MD, editor. Phenology: An Integrative Environmental Science [Internet]. Cham: Springer Nature Switzerland; 2024 [cited 2026 May 5]. p. 481–501. Available from: https://doi.org/10.1007/978-3-031-75027-4_21 doi:10.1007/978-3-031-75027-4_21
19. Belitz MW, Larsen EA, Hurlbert AH, Di Cecco GJ, Neupane N, Ries L, et al. Potential for bird–insect phenological mismatch in a tri-trophic system. *Journal of Animal Ecology*. 2025;94(4):717–28. doi:10.1111/1365-2656.70007
20. Birnie-Gauvin K, Peiman K, Raubenheimer D, Cooke S. Nutritional physiology and ecology of wildlife in a changing world. *Conserv Physiol*. 2017 Jan 1;5(1):cox030. doi:10.1093/conphys/cox030
21. Aulsebrook L, Bertram M, Martin J, Aulsebrook A, Brodin T, Evans J, et al. Reproduction in a polluted world: implications for wildlife. *Reproduction*. 2020 Aug;160(2):R13–23. doi:10.1530/REP-20-0154
22. Acevedo-Whitehouse K, Duffus ALJ. Effects of environmental change on wildlife health. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2009 Nov 27;364(1534):3429–38. doi:10.1098/rstb.2009.0128
23. Ellis E, Klein Goldewijk K, Siebert S, Lightman D, Ramankutty N. Anthropogenic Transformation of the Biomes, 1700 to 2000. *Global Ecology and Biogeography*. 2010 Aug 31;19:589–606. doi:10.1111/j.1466-8238.2010.00540.x
24. Bodkin J. Historic and Contemporary Status of Sea Otters in the North Pacific. In: Sea Otter Conservation [Internet]. Elsevier; 2015 [cited 2026 Apr 3]. p. 43–61. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780128014028000032> doi:10.1016/B978-0-12-801402-8.00003-2
25. Tinker MT, Gill VA, Esslinger GG, Bodkin J, Monk M, Mangel M, et al. Trends and Carrying Capacity of Sea Otters in Southeast Alaska. *J Wildl Manag*. 2019 Jul;83(5):1073–89. doi:10.1002/jwmg.21685
26. Florida Fish And Wildlife Conservation Commission [Internet]. [cited 2026 May 7]. Index Nesting Beach Survey Totals (1989-2025). Available from: <https://myfwc.com/research/wildlife/sea-turtles/nesting/beach-survey-totals/>
27. Pess GR, McHenry ML, Denton K, Anderson JH, Liemann MC, Peters RJ, et al. Initial responses of Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) and steelhead (*Oncorhynchus mykiss*) to removal of two dams on the Elwha River, Washington State, U.S.A. *Front Ecol Evol*. 2024 Jul 17;12. doi:10.3389/fevo.2024.1241028
28. IPBES. The regional assessment report on biodiversity and ecosystem services for the Americas [Internet]. Rice J, Seixas C, Zaccagnini M, Bedoya-Gaitán M, Valderrama N, editors. IPBES secretariat; 2018. p. 656. Available from: https://files.ipbes.net/ipbes-web-prod-public-files/2018-americas_full_report_book_v5_pages_0.pdf
29. Luedtke JA, Chanson J, Neam K, Hobin L, Maciel AO, Catenazzi A, et al. Ongoing declines for the world's amphibians in the face of emerging threats. *Nature*. 2023 Oct;622(7982):308–14. doi:10.1038/s41586-023-06578-4
30. Rollins-Smith LA, Le Sage EH. Heat stress and amphibian immunity in a time of climate change. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2023 Jul 31;378(1882):20220132. doi:10.1098/rstb.2022.0132

31. Thumsová B, Martínez-Silvestre A, Pérez-Vallejo M, Palomar G, Rohr JR, Bosch J. Temperature and precipitation mismatches increase infection risk in amphibians. *Curr Biol*. 2025 Sep 8;35(17):4285-4292.e3. doi:10.1016/j.cub.2025.07.053
32. Ledger S, Rutherford C, Benham C, Burfield I, Deinet S, Eaton M, et al. Wildlife Comeback in Europe: Opportunities and challenges for species recovery. Final report to Rewilding Europe by the Zoological Society of London, BirdLife International and the European Bird Census Council. 2022 Sep. doi:10.13140/RG.2.2.24283.44324
33. European Commission: Directorate-General for Environment, Bowles, Philip, Doronin, IV, Carretero, MA, Cogălniceanu, Dan, Corti, Claudia, et al. European red list of reptiles [Internet]. Publications Office of the European Union; 2025 [cited 2026 May 7]. Available from: <https://data.europa.eu/doi/10.2779/5108>
34. European Commission: Directorate-General for Environment, Crnobrnja-Isailović, Jelka, Schmidt, Benedikt R, Denoël, Mathieu, Ficetola, Francesco Gentile, Cogălniceanu, Dan, et al. European red list of amphibians [Internet]. Publications Office of the European Union; 2025 [cited 2026 May 7]. Available from: <https://data.europa.eu/doi/10.2779/035237>
35. Vardakas L, Perdikaris C, Freyhof J, Zimmerman B, Ford M, Vlachopoulos K, et al. Global Patterns and Drivers of Freshwater Fish Extinctions: Can We Learn From Our Losses? *Glob Chang Biol*. 2025 May;31(5):e70244. doi:10.1111/gcb.70244
36. IPBES. The regional assessment report on biodiversity and ecosystem services for Africa [Internet]. Archer E, Dziba LE, Mulongoy K, Maoela MA, Walters M, editors. Bonn, Germany: IPBES secretariat; 2018 [cited 2026 May 7]. Available from: <https://digitallibrary.un.org/record/3793767>
37. United Nations Population Fund. World Population Dashboard [Internet]. [cited 2026 May 7]. Available from: <https://www.unfpa.org/data/world-population-dashboard>
38. Gorresen P, Cryan P, Parker M, Alig F, Nafus M, Paxton E. Videographic monitoring at caves to estimate population size of the endangered yāyaguak (Mariana swiftlet) on Guam. *Endangered Species Research*. 2024 Feb 15;53:139–49. doi:10.3354/esr01296
39. Wiles GJ, Bart J, Jr REB, Aguon CF. Impacts of the Brown Tree Snake: Patterns of Decline and Species Persistence in Guam's Avifauna. *Conservation Biology*. 2003;17(5):1350–60. doi:10.1046/j.1523-1739.2003.01526.x
40. Chevalier M, Ngor PB, Pin K, Touch B, Lek S, Grenouillet G, et al. Long-term data show alarming decline of majority of fish species in a Lower Mekong basin fishery. *Science of The Total Environment*. 2023 Sep 15;891:164624. doi:10.1016/j.scitotenv.2023.164624
41. Butchart S, Akçakaya H, Berryman A, Brooks T, Burfield I, Chanson J, et al. Measuring trends in extinction risk: a review of two decades of development and application of the Red List Index. *Phil Trans R Soc B*. 2025 Jan 9;380(1917):20230206. doi:10.1098/rstb.2023.0206
42. IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species [Internet]. IUCN; 2025. Available from: <https://www.iucnredlist.org/>
43. Gardner CJ, Bicknell JE, Baldwin-Cantello W, Struebig MJ, Davies ZG. Quantifying the impacts of defaunation on natural forest regeneration in a global meta-analysis. *Nat Commun*. 2019 Oct 14;10(1):4590. doi:10.1038/s41467-019-12539-1
44. Johnson CN. The Royal Society [Internet]. The Royal Society; [cited 2026 May 5]. Past and future decline and extinction of species. Available from: <https://royalsociety.org/news-resources/projects/biodiversity/decline-and-extinction/>
45. Christenhusz M, Govaerts R. Plant extinction in the Anthropocene. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 2024 Aug 28;207. doi:10.1093/botlinnean/boae045
46. Barnosky A, Matzke N, Tomiya S, Wogan G, Swartz B, Quental T, et al. Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature*. 2011 Mar 3;471(7336):51–7. doi:10.1038/nature09678
47. Ceballos G, Ehrlich PR, Barnosky AD, García A, Pringle RM, Palmer TM. Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science Advances*. 2015 Jun 19;1(5):e1400253. doi:10.1126/sciadv.1400253
48. Natural History Museum. The Biodiversity Intactness Index – Country, Region and Global-Level Summaries for the Year 1970 to 2050 under Various Scenarios. 2024.
49. Phillips H, Palma AD, Gonzalez RE, Contu S, Hill SLL, Baselga A, et al. The Biodiversity Intactness Index - country, region and global-level summaries for the year 1970 to 2050 under various scenarios [Internet]. Natural History Museum; 2021 [cited 2026 May 7]. Available from: <https://data.nhm.ac.uk/dataset/bii-bte> doi:10.5519/heleqmg1
50. Bolam F, Mair L, Angelico M, Brooks T, Burgman M, Hermes C, et al. How many bird and mammal extinctions has recent conservation action prevented? *Conservation Letters*. 2021;14(1):e12762. doi:10.1111/conl.12762
51. Langhammer PF, Bull JW, Bicknell JE, Oakley JL, Brown MH, Bruford MW, et al. The positive impact of conservation action. *Science*. 2024 Apr 26;384(6694):453–8. doi:10.1126/science.adj6598
52. McRae L, Freeman R, Geldmann J, Moss GB, Kjær-Hansen L, Burgess ND. A global indicator of utilized wildlife populations: Regional trends and the impact of management. *One Earth*. 2022 Apr 15;5(4):422–33. doi:10.1016/j.oneear.2022.03.014
53. Nowakowski J, Watling JI, Murray A, Deichmann JL, Akre TS, Muñoz Brenes CL, et al. Protected areas slow declines unevenly across the tetrapod tree of life. *Nature*. 2023 Oct 5;622(7981):101–6. doi:10.1038/s41586-023-06562-y
54. Kenyon KW. The Sea Otter in the Eastern Pacific Ocean. *North American Fauna*. 1969 Aug;68:1–352. doi:10.3996/nafa.68.0001
55. Burris O, McKnight D. Game transplants in Alaska [Internet]. Alaska Department of Fish and Game, Division of Game: Alaska Department of Fish and Game, Division of Game; 1973. Report Technical Bulletin 4. Available from: https://www.adfg.alaska.gov/static/home/library/pdfs/wildlife/research_pdfs/burris_and_mcknight_1973_adfg_tech_bull_4_game_transplants_in_alaska.pdf
56. Nandika D, Mulyani YA, Prawiradilaga DM, Agustina D. Monitoring of Cacatua sulphurea abbotti Population in Masakambing Island, Indonesia. *BIOTROPICA*. 2020 Dec 23;27(3):271–81. doi:10.11598/btb.0.0.0.1229
57. Birdlife International. BirdLife DataZone [Internet]. Birdlife International; 2021 [cited 2026 Apr 23]. Species factsheet: Yellow-crested Cockatoo Cacatua sulphurea. Available from: <https://datazone.birdlife.org/species/factsheet/yellow-crested-cockatoo-cacatua-sulphurea>
58. Hernández-Montoya JC, Luna-Mendoza L, Aguirre-Muñoz A, Méndez-Sánchez F, Félix-Lizárraga M, Barredo-Barberena JM. Laysan Albatross on Guadalupe Island, México: Current Status and Conservation Actions. *Monographs of the Western North American Naturalist*. 2014 Jan;7(1):543–54. doi:10.3398/042.007.0101
59. Méndez Sánchez F, Bedolla Guzmán Y, Rojas Mayoral E, Aguirre-Muñoz A, Koleff P, Vargas AA, et al. Population trends of seabirds in Mexican Islands at the California Current System. *PLOS ONE*. 2022 Oct 7;17(10):e0258632. doi:10.1371/journal.pone.0258632
60. Lecièrre D, Obersteiner M, Barrett M, Butchart SHM, Chaudhary A, De Palma A, et al. Bending the curve of terrestrial biodiversity needs an integrated strategy. *Nature*. 2020 Sep;585(7826):551–6. doi:10.1038/s41586-020-2705-y
61. IPBES. Summary for policymakers of the thematic assessment report on the underlying causes of biodiversity loss and the determinants of transformative change and options for achieving the 2050 vision for biodiversity of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services [Internet]. O'Brien K, Garibaldi L, Agrawal A, Bennett E, Biggs R, editors. Bonn, Germany: IPBES secretariat; 2024. Available from: https://www.besnet.world/wp-content/uploads/2025/08/1-IPBES_TCA_Summary-for-policymakers_compressed-1_compressed.pdf doi:https://doi.org/10.5281/zenodo.11382230

62. Chawla L. Childhood nature connection and constructive hope: A review of research on connecting with nature and coping with environmental loss. *People and Nature*. 2020 Aug 5;2. doi:10.1002/pan3.10128
63. Snyder CR. Hope Theory: Rainbows in the Mind. *Psychological Inquiry*. 2002 Oct 1;13(4):249–75. doi:10.1207/S15327965PLI1304_01
64. Rand KL, Rogers SK. Cognitive models of hope. *Current Opinion in Psychology*. 2023 Feb 1;49:101510. doi:10.1016/j.copsyc.2022.101510
65. Ojala M. How do children cope with global climate change? Coping strategies, engagement, and well-being. *Journal of Environmental Psychology*. 2012 Sep 1;32(3):225–33. doi:10.1016/j.jenvp.2012.02.004
66. Vandaele M, Ståhlhammar S. “Hope dies, action begins?” The role of hope for proactive sustainability engagement among university students. *International Journal of Sustainability in Higher Education*. 2022 Aug 25;23(8):272–89. doi:10.1108/IJSHE-11-2021-0463
67. Bender H, Rawluk A. Adaptive hope: a process for social environmental change. *Ecology and Society*. 2023 May 1;28(2). doi:10.5751/ES-14099-280214
68. Bandura A. Toward a Psychology of Human Agency. *Perspect Psychol Sci*. 2006 Jun 1;1(2):164–80. doi:10.1111/j.1745-6916.2006.00011.x
69. Duggal D, Sacks-Zimmerman A, Liberta T. The Impact of Hope and Resilience on Multiple Factors in Neurosurgical Patients. *Cureus*. 2016 Oct 26;8(10):e849. doi:10.7759/cureus.849
70. Duncan AR. Theoretical validity and transcultural utility of dispositional and state hope and its intersections with Native American cultures. *Curr Psychol*. 2026 Jan 23;45(3):305. doi:10.1007/s12144-025-08581-6
71. Bernardo A, Ramos S. Culturalizing theory and research on cognitive models of hope. *Front Psychol*. 2024 Aug 9;15. doi:10.3389/fpsyg.2024.1457725
72. Bruininks P, Malle B. Distinguishing Hope from Optimism and Related Affective States. *Motiv Emot*. 2005 Dec 1;29(4):324–52. doi:10.1007/s11031-006-9010-4
73. Hornsey MJ, Fielding KS. A cautionary note about messages of hope: Focusing on progress in reducing carbon emissions weakens mitigation motivation. *Global Environmental Change*. 2016 Jul 1;39:26–34. doi:10.1016/j.gloenvcha.2016.04.003
74. Mortreux C, Barnett J, Jarillo S, Greenaway KH. Hope as an enabler of climate change adaptation. *Commun Psychol*. 2025 Oct 22;3(1):147. doi:10.1038/s44271-025-00291-w
75. Norgaard KM. “People Want to Protect Themselves a Little Bit”: Emotions, Denial, and Social Movement Nonparticipation. *Sociological Inquiry*. 2006;76(3):372–96. doi:10.1111/j.1475-682X.2006.00160.x
76. Gifford R. The dragons of inaction: Psychological barriers that limit climate change mitigation and adaptation. *American Psychologist*. 2011;66(4):290–302. doi:10.1037/a0023566
77. Ninomiya MEM, Burns N, Pollock NJ, Green NTG, Martin J, Linton J, et al. Indigenous communities and the mental health impacts of land dispossession related to industrial resource development: a systematic review. *The Lancet Planetary Health*. 2023;7(6):e501–17. doi:10.1016/S2542-5196(23)00079-7
78. Ogunbode CA, Doran R, Hanss D, Ojala M, Salmela-Aro K, van den Broek KL, et al. Climate anxiety, wellbeing and pro-environmental action: Correlates of negative emotional responses to climate change in 32 countries. *Journal of Environmental Psychology*. 2022;84:1–14. doi:10.1016/j.jenvp.2022.101887
79. Gaupp F, Constantino S, Pereira L. The role of agency in social tipping processes [Internet]. Copernicus GmbH; 2023 [cited 2026 Mar 25]. Available from: <https://egusphere.copernicus.org/preprints/2023/egusphere-2023-1533/> doi:10.5194/egusphere-2023-1533
80. Wamsler C, Osberg G, Panagiotou A, Smith B, Stanbridge P, Osika W, et al. Meaning-making in a context of climate change: supporting agency and political engagement. *Climate Policy*. 2023;23(7):829–44. doi:10.1080/14693062.2022.2121254
81. Krasny ME, Tidball KG. Civic ecology: a pathway for Earth Stewardship in cities. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 2012;10(5):267–73. doi:10.1890/110230
82. Krafft AM, Chukwuorji JC, Choubisa R, Conte S, Flores-Lucas V, Guse T, et al. Long-term Future Expectations and Collective Hope. In: Krafft AM, Guse T, Slezackova A, editors. *Hope across cultures: Lessons from the International Hope Barometer* [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2023 [cited 2026 Apr 23]. p. 103–65. Available from: https://doi.org/10.1007/978-3-031-24412-4_4 doi:10.1007/978-3-031-24412-4_4
83. Dasgupta J, Furlano JA, Bandler Z, Fittipaldi S, Canty AJ, Yasoda-Mohan A, et al. Hope for brain health: impacting the life course and society. *Front Psychol*. 2023;14:1214014. doi:10.3389/fpsyg.2023.1214014
84. Chen MF. Self-efficacy or collective efficacy within the cognitive theory of stress model: Which more effectively explains people's self-reported proenvironmental behavior? *Journal of Environmental Psychology*. 2015 Jun 1;42:66–75. doi:10.1016/j.jenvp.2015.02.002
85. Homburg A, Stolberg A. Explaining pro-environmental behavior with a cognitive theory of stress. *Journal of Environmental Psychology*. 2006;26(1):1–14. doi:10.1016/j.jenvp.2006.03.003
86. Jugert P, Greenaway KH, Barth M, Büchner R, Eisentraut S, Fritsche I. Collective efficacy increases pro-environmental intentions through increasing self-efficacy. *Journal of Environmental Psychology*. 2016 Dec 1;48:12–23. doi:10.1016/j.jenvp.2016.08.003
87. Westley F, Olsson P, Folke C, Homer-Dixon T, Vredenburg H, Loorbach D, et al. Tipping toward sustainability: emerging pathways of transformation. *Ambio*. 2011 Nov;40(7):762–80. doi:10.1007/s13280-011-0186-9
88. Nardini G, Rank-Christman T, Bublit M, Cross S, Peracchio L. Together We Rise: How Social Movements Succeed. *Jorunal of Consumer Psychology*. 2021;31(1):1–213. doi:https://doi.org/www.idm.oclc.org/10.1002/jcpy.1201
89. Nemonte Nenquimo | Champions of the Earth [Internet]. 2020 [cited 2026 Apr 23]. Available from: <https://www.unep.org/championsofearth/laureates/2020/nemonte-nenquimo>
90. Fridays For Future [Internet]. [cited 2026 May 5]. Fridays for Future – How Greta started a global movement. Available from: <https://fridaysforfuture.org/what-we-do/who-we-are/>
91. Svensson A, Wahlström M. Climate change or what? Prognostic framing by Fridays for Future protesters. *Social Movement Studies*. 2021;22(1):1–22. doi:10.1080/14742837.2021.1988913
92. Smith C. Navahine v. Hawai'i Dept. of Transportation: The Keiki Will Lead Us. *Seattle University Law Review*. 2025 Jul 28;48(5):1301.
93. Ecuador: Constitutional Court ruling to protect indigenous peoples from mining projects affecting their human rights [Internet]. Amnesty International; 2022 [cited 2026 May 5]. Available from: <https://www.amnesty.org/en/documents/amr28/5233/2022/en/>
94. Schlosberg D. Theorising environmental justice: the expanding sphere of a discourse. *Environmental Politics*. 2013 Feb 1;22(1):37–55. doi:10.1080/09644016.2013.755387
95. Whyte K. Indigenous Climate Change Studies: Indigenizing Futures, Decolonizing the Anthropocene. *English Language Notes*. 2017 Feb 28;55(1–2):153–62. doi:https://doi.org/10.1215/00138282-55-1-2.153

96. Martin A, Coolsaet B, Corbera E, Dawson NM, Fraser JA, Lehmann I, et al. Justice and conservation: The need to incorporate recognition. *Biological Conservation*. 2016 May 1;197:254–61. doi:10.1016/j.biocon.2016.03.021
97. Bennett N, Blythe J, Cisneros-Montemayor A, Singh G, Sumaila U. Just Transformations to Sustainability. *Sustainability*. 2019 Jan;11(4):3881. doi:10.3390/su11143881
98. Fraser N. *Scales of Justice: Reimagining Political Space in a Globalizing World*. Columbia University Press; 2008.
99. Garnett ST, Burgess ND, Fa JE, Fernández-Llamazares Á, Molnár Z, Robinson CJ, et al. A spatial overview of the global importance of Indigenous lands for conservation. *Nat Sustain*. 2018 Jul;1(7):369–74. doi:10.1038/s41893-018-0100-6
100. Dawson N, Coolsaet B, Sterling E, Loveridge R, Gross-Camp N, Wongbusarakum S, et al. The role of Indigenous peoples and local communities in effective and equitable conservation. *Ecology and Society*. 2021 Sep 2;26(3). doi:10.5751/ES-12625-260319
101. Reyes-García V, Fernández-Llamazares Á, Aumeeruddy-Thomas Y, Benyei P, Bussmann RW, Diamond SK, et al. Recognizing Indigenous peoples' and local communities' rights and agency in the post-2020 Biodiversity Agenda. *Ambio*. 2022 Jan 1;51(1):84–92. doi:10.1007/s13280-021-01561-7
102. Temper L, Demaria F, Scheidel A, Del Bene D, Martinez-Alier J. The Global Environmental Justice Atlas (EJAtlas): ecological distribution conflicts as forces for sustainability. *Sustain Sci*. 2018 May 1;13(3):573–84. doi:10.1007/s11625-018-0563-4
103. IPBES. Thematic assessment report on the underlying causes of biodiversity loss and the determinants of transformative change and options for achieving the 2050 vision for biodiversity of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (Transformative Change Assessment) [Internet]. O'Brien K, Garibaldi L, Agrawal A, editors. Bonn, Germany: IPBES secretariat; 2024 [cited 2026 Jan 19]. Available from: <https://zenodo.org/records/17099472> doi:10.5281/zenodo.17099472
104. Masten AS. Ordinary Magic: Resilience in Development [Internet]. Second. 2025 [cited 2026 May 5]. Available from: https://www.guilford.com/books/Ordinary-Magic/Ann-Masten/9781462557660?srsltid=AfmBOorTmt6OpJhuqXHX5E5cYodbjaavQytBmrS9NsPvE_MT-BNocqxr
105. Folke C, Biggs R, Norström A, Reyers B, Rockström J. Social-ecological resilience and biosphere-based sustainability science. *Ecology and Society*. 2016 Sep 29;21:art41. doi:10.5751/ES-08748-210341
106. Ojala M, Cunsolo A, Ogunbode CA, Middleton J. Anxiety, Worry, and Grief in a Time of Environmental and Climate Crisis: A Narrative Review. *Annual Review of Environment and Resources*. 2021 Oct 18;46(Volume 46, 2021):35–58. doi:10.1146/annurev-environ-012220-022716
107. Pihkala P. Anxiety and the Ecological Crisis: An Analysis of Eco-Anxiety and Climate Anxiety. *Sustainability*. 2020 Jan;12(19):7836. doi:10.3390/su12197836
108. Berkes F, Ross H. Community Resilience: Toward an Integrated Approach. *Society and Natural Resources*. 2013 Jan 1;26. doi:10.1080/08941920.2012.736605
109. The Global Tiger Recovery Program. Global Tiger Recovery Program 2010-2022 [Internet]. The Global Tiger Recovery Program; 2011 Mar. Available from: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/874191468331048098/pdf/732050WP00Box30110Final0Version0Eng.pdf>
110. Global Tiger Forum (GTF). Global Tiger Protected Area Compendium 2.0 [Internet]. 2024: Global Tiger Forum. Available from: <https://globaltigerforum.org/wp-content/uploads/2024/08/Global-Tiger-Protected-Area-Network-Compendium-2.0.pdf>
111. The World Bank. The Global Tiger Initiative [Internet]. 2016. Available from: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/714651637819049529/pdf/The-Global-Tiger-Initiative.pdf>
112. Sanderson EW, Miquelle DG, Harihar A, Breitenmoser U, Breitenmoser-Würsten C, Cooper DM, et al. The Indigenous Range of the Tiger (*Panthera tigris*). *Diversity and Distributions*. 2025;31(1):e13947. doi:10.1111/ddi.13947
113. Goodrich J, Wibisono H, Miquelle D, Lynam A, Sanderson E, Chapman S, et al. The IUCN Red List of Threatened Species: *Panthera tigris* [Internet]. 2022 [cited 2026 Apr 28]. Available from: <https://www.iucnredlist.org/species/15955/214862019> doi:https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2022-1.RLTS.T15955A214862019.en
114. Hunter L, Harihar A, Miquelle D, Gray T, Goodrich J, Bennett E, et al. The IUCN Red List of Threatened Species: *Panthera tigris* (Green Status assessment) [Internet]. IUCN; 2025 [cited 2026 Apr 28]. Available from: <https://www.iucnredlist.org/species/15955/214862019> doi:https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2022-1.RLTS.T15955A214862019.en
115. Shrestha P, Kadariya R, Subedi N, Paudel U, K. C. RB. Claws and consequences: human–tiger conflict and community responses in Bardiya National Park, Nepal. *Front Conserv Sci*. 2025 Sep 4;6. doi:10.3389/fcosc.2025.1623056
116. IUCN. Tuna species recovering despite growing pressures on marine life [Internet]. 2021 [cited 2026 May 16]. Available from: <https://iucn.org/news/species/202109/tuna-species-recovering-despite-growing-pressures-marine-life-iucn-red-list>
117. Normile D. WWF Wants Japanese Consumers to Join the Fight to Save Bluefin Tuna. *Science* [Internet]. 2010 Aug 2 [cited 2026 Mar 25]. Available from: <https://www.science.org/content/article/wwf-wants-japanese-consumers-join-fight-save-bluefin-tuna> doi:10.1126/article.30084
118. World-renowned Chefs Join Call to Boycott Bluefin Tuna [Internet]. Center for Biological Diversity; [cited 2026 Mar 25]. Available from: https://biologicaldiversity.org/news/press_releases/2011/bluefin-boycott-01-18-2011.html
119. WWF. Business supports efforts to save tuna, calls on governments to take action [Press release] [Internet]. 2010. Available from: <https://wwf.panda.org/es/?197203/Business-supports-efforts-to-save-tuna-calls-on-governments-to-take-action>
120. Maar K, Riisager-Simonsen C, MacKenzie BR, Skov C, Aarestrup K, Svendsen JC. Economic expenditures by recreational anglers in a recovering atlantic bluefin tuna fishery. *PLOS ONE*. 2022 Aug 4;17(8):e0271823. doi:10.1371/journal.pone.0271823
121. Block B, Dewar H, Blackwell S, Williams T, Prince E, Farwell C, et al. Migratory Movements, Depth Preferences, and Thermal Biology of Atlantic Bluefin Tuna. *Science*. 2001 Aug 17;293(5533):1310–4. doi:10.1126/science.1061197
122. Block B, Teo S, Walli A, Boustany A, Stokesbury M, Farwell C, et al. Electronic tagging and population structure of Atlantic bluefin tuna. *Nature*. 2005 Apr;434(7037):1121–7. doi:10.1038/nature03463
123. Teo SLH, Boustany A, Dewar H, Stokesbury MJW, Weng KC, Beemer S, et al. Annual migrations, diving behavior, and thermal biology of Atlantic bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, on their Gulf of Mexico breeding grounds. *Mar Biol*. 2007 Mar 1;151(1):1–18. doi:10.1007/s00227-006-0447-5
124. Teo SLH, Boustany AM, Block BA. Oceanographic preferences of Atlantic bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, on their Gulf of Mexico breeding grounds. *Mar Biol*. 2007 Oct 1;152(5):1105–19. doi:10.1007/s00227-007-0758-1
125. Edwards CTT, Gobush KS, Maisels F, Balfour D, Taylor R, Wittemyer G. Survey-based inference of continental African elephant decline. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2024 Nov 26;121(48):e2403816121. doi:10.1073/pnas.2403816121

126. Child B, Barnes G. The conceptual evolution and practice of community-based natural resource management in southern Africa: past, present and future. *Environmental Conservation*. 2010 Sep;37(3):283–95. doi:10.1017/S0376892910000512
127. Gruber JS. Key principles of community-based natural resource management: a synthesis and interpretation of identified effective approaches for managing the commons. *Environ Manage*. 2010 Jan;45(1):52–66. doi:10.1007/s00267-008-9235-y
128. Kuiper T, Altwegg R, Beale C, Carroll T, Dublin HT, Hauenstein S, et al. Drivers and facilitators of the illegal killing of elephants across 64 African sites. *Proc Biol Sci*. 2023 Jan 11;290(1990):20222270. doi:10.1098/rspb.2022.2270
129. Hauenstein S, Kshatriya M, Blanc J, Dormann CF, Beale CM. African elephant poaching rates correlate with local poverty, national corruption and global ivory price. *Nat Commun*. 2019 May 28;10(1):2242. doi:10.1038/s41467-019-09993-2
130. Wallace B, Broderick A. The IUCN Red List of Threatened Species: *Chelonia mydas* [Internet]. IUCN; 2025 [cited 2026 Apr 23]. Available from: <https://www.iucnredlist.org/en> doi:https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2025-2.RLTS.T4615A285108125.en
131. Wallace BP, Kot CY, DiMatteo AD, Lee T, Crowder LB, Lewison RL. Impacts of fisheries bycatch on marine turtle populations worldwide: toward conservation and research priorities. *Ecosphere*. 2013;4(3):art40. doi:10.1890/ES12-00388.1
132. Russi D. Governance strategies for a successful marine protected area – The case of Torre Guaceto. *Marine Policy*. 2020 May 1;115:103849. doi:10.1016/j.marpol.2020.103849
133. Boakes E, Dalin C, Etard A, Newbold T. Impacts of the global food system on terrestrial biodiversity from land use and climate change. *Nat Commun*. 2024 Jul 9;15(1):5750. doi:10.1038/s41467-024-49999-z
134. United Nations Environment Programme. State of Finance for Nature 2023: The Big Nature Turnaround - Repurposing \$7 Trillion to Combat Nature Loss [Internet]. Nairobi; 2023. Available from: <https://www.unep.org/resources/state-finance-nature-2023> doi:https://doi.org/10.59117/20.500.11822/44278
135. WWF. Living Planet Report 2024 - A System in Peril [Internet]. Gland, Switzerland; 2024. Available from: <https://wwflpr.awsassets.panda.org/downloads/2024-living-planet-report-a-system-in-peril.pdf>
136. Purvis A, Molnár Z, Obura D, Ichii K, Willis K, Chettri N, et al. Chapter 2.2. Status and Trends–Nature. In. 2019. p. 201–308.
137. Jaureguiberry P, Titeux N, Wiemers M, Bowler DE, Coscieme L, Golden AS, et al. The direct drivers of recent global anthropogenic biodiversity loss. *Science Advances*. 2022 Nov 9;8(45):eabm9982. doi:10.1126/sciadv.abm9982
138. Lenton TM, Held H, Kriegler E, Hall JW, Lucht W, Rahmstorf S, et al. Tipping elements in the Earth's climate system. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2008 Feb 12;105(6):1786–93. doi:10.1073/pnas.0705414105
139. Scheffer M, Bascompte J, Brock WA, Brovkin V, Carpenter SR, Dakos V, et al. Early-warning signals for critical transitions. *Nature*. 2009 Sep 3;461(7260):53–9. doi:10.1038/nature08227
140. Tàbara JD. ESD Ideas: Positive tipping points towards global regenerative systems. *Earth System Dynamics*. 2024 Jul 12;15(4):853–7. doi:10.5194/esd-15-853-2024
141. Lenton TM, Benson S, Smith T, Ewer T, Lanel V, Petykowski E, et al. Operationalising positive tipping points towards global sustainability. *Global Sustainability*. 2022;5:e1. doi:10.1017/sus.2021.30
142. Scheffer M, Carpenter S, Foley JA, Folke C, Walker B. Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature*. 2001 Oct;413(6856):591–6. doi:10.1038/35098000
143. Farmer JD, Hepburn C, Ives MC, Hale T, Wetzter T, Mealy P, et al. Sensitive intervention points in the post-carbon transition. *Science*. 2019 Apr 12;364(6436):132–4. doi:10.1126/science.aaw7287
144. Otto IM, Donges JF, Cremades R, Bhowmik A, Hewitt RJ, Lucht W, et al. Social tipping dynamics for stabilizing Earth's climate by 2050. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2020 Feb 4;117(5):2354–65. doi:10.1073/pnas.1900577117
145. Lester S, Halpern B, Grorud-Colvert K, Lubchenko J, Ruttenberg B, Gaines S, et al. Biological Effects Within No-Take Marine Reserves: A Global Synthesis. *Marine Ecology-progress Series - MAR ECOL-PROGR SER*. 2009 May 29;384:33–46. doi:10.3354/meps08029
146. Di Lorenzo M, Claudet J, Guidetti P. Spillover from marine protected areas to adjacent fisheries has an ecological and a fishery component. *Journal for Nature Conservation*. 2016 Jul;32:62–6. doi:10.1016/j.jnc.2016.04.004
147. Cinner J, Huchery C, Macneil A, Graham N, McClanahan T, Maina J, et al. Bright spots among the world's coral reefs. *Nature*. 2016 Jul 21;535:416–9. doi:10.1038/nature18607
148. Lenton TM. Positive tipping points for nature. *Nat Sustain*. 2026 Apr 27;1–10. doi:10.1038/s41893-026-01803-0
149. Ostrom E. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*. 2009 Jul 24;325(5939):419–22. doi:10.1126/science.1172133
150. Glendenning C, van Ogtrop F, Mishra A, Vervoort R. Balancing watershed and local scale impacts of rain water harvesting in India—A review. *Agricultural Water Management*. 2012 May 1;107:1–13. doi:10.1016/j.agwat.2012.01.011
151. Grübler A, Nakićenović N, Victor DG. Dynamics of energy technologies and global change. *Energy Policy*. 1999 May 1;27(5):247–80. doi:10.1016/S0301-4215(98)00067-6
152. Sharpe S, Murphy A, Geels F, Pasqualino R, Vasconcelos T, Mercure JF. Analytical tools for innovation and competitiveness in the low carbon transition [Internet]. 2025 Feb [cited 2026 May 11]. Available from: <https://www.scurveeconomics.org/publications/analytical-tools-for-innovation-and-competitiveness-in-the-low-carbon-transition-report-produced-with-the-support-of-the-c3a-programme/>
153. Sharpe S, Collett M, Barbook-Johnson P, Rosenow J, Grubb M. System archetypes of the energy transition [Internet]. 2025 Jun [cited 2026 Apr 23]. Available from: <https://www.scurveeconomics.org/publications/systems-archetypes-of-the-energy-transition/>
154. Centola D, Becker J, Brackbill D, Baronchelli A. Experimental evidence for tipping points in social convention. *Science*. 2018 Jun 8;360(6393):1116–9. doi:10.1126/science.aas8827
155. Nyborg K, Anderies JM, Dannenberg A, Lindahl T, Schill C, Schlüter M, et al. Social norms as solutions. *Science*. 2016 Oct 7;354(6308):42–3. doi:10.1126/science.aaf8317
156. Mealy P, Barbrook-Johnson P, Ives MC, Srivastav S, Hepburn C. Sensitive intervention points: a strategic approach to climate action. *Oxf Rev Econ Policy*. 2023 Nov 1;39(4):694–710. doi:10.1093/oxrep/grad043
157. Way R, Ives MC, Mealy P, Farmer JD. Empirically grounded technology forecasts and the energy transition. *Joule*. 2022 Sep 21;6(9):2057–82. doi:10.1016/j.joule.2022.08.009
158. Ziegler MS, Trancik JE. Re-examining rates of lithium-ion battery technology improvement and cost decline. *Energy Environ Sci*. 2021 Apr 21;14(4):1635–51. doi:10.1039/D0EE02681F
159. Walter D, Bond K, Butler-Sloss S, Speelman L, Numata Y, Atkinson W. X-Change: Batteries - The Battery Domino Effect [Internet]. RMI; 2023. Available from: https://rmi.org/wp-content/uploads/dlm_uploads/2023/12/xchange_batteries_the_battery_domino_effect.pdf
160. Sharpe S, Lenton TM. Upward-scaling tipping cascades to meet climate goals: plausible grounds for hope. *Climate Policy*. 2021 Apr 21;21(4):421–33. doi:10.1080/14693062.2020.1870097

161. Meckling J, Kelsey N, Biber E, Zysman J. Winning coalitions for climate policy. *Science*. 2015 Sep 11;349(6253):1170–1. doi:10.1126/science.aab1336
162. Pierson P. When Effect Becomes Cause: Policy Feedback and Political Change. *World Politics*. 1993;45(4):595–628. doi:10.2307/2950710
163. Fioretos O, Falleti TG, Sheingate A, editors. *The Oxford Handbook of Historical Institutionalism* [Internet]. Oxford University Press; 2016 [cited 2026 Mar 25]. Available from: <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199662814.001.0001> doi:10.1093/oxfordhb/9780199662814.001.0001
164. Mildemberger M. Carbon Captured: How Business and Labor Control Climate Politics. Cambridge, MA, USA: MIT Press; 2020. 368 p. (Mullin M, O'Neill K, Konisky DM, editors. *American and Comparative Environmental Policy*).
165. Rosenbloom D. Pathways: An emerging concept for the theory and governance of low-carbon transitions. *Global Environmental Change*. 2017 Mar 1;43:37–50. doi:10.1016/j.gloenvcha.2016.12.011
166. Lenton T, Milkoreit M, Willcock S, Abrams J, Armstrong McKay D, Buxton J, et al. The Global Tipping Points Report 2025 [Internet]. University of Exeter; 2025 Dec [cited 2026 Mar 25]. Available from: <https://zenodo.org/records/18163977> doi:10.5281/zenodo.18163977
167. Sewerin S, Fesenfeld LP, Schmidt TS. The role of policy design in policy continuation and ratcheting-up of policy ambition. *Policy Soc*. 2023 Dec 1;42(4):478–92. doi:10.1093/polsoc/puad027
168. Meckling J, Sterner T, Wagner G. Policy sequencing toward decarbonization. *Nat Energy*. 2017 Dec;2(12):918–22. doi:10.1038/s41560-017-0025-8
169. Pahle M, Burtaw D, Flachsland C, Kelsey N, Biber E, Meckling J, et al. Sequencing to ratchet up climate policy stringency. *Nature Climate Change*. 2018 Sep 28;8. doi:10.1038/s41558-018-0287-6
170. van der Leeuw S. Tipping Points Emerge in the Interaction Between Narrative and Reality. In: Tàbara JD, Flamos A, Mangalagiu D, Michas S, editors. *Positive Tipping Points Towards Sustainability: Understanding the Conditions and Strategies for Fast Decarbonization in Regions* [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2024 [cited 2026 Mar 25]. p. 21–41. Available from: https://doi.org/10.1007/978-3-031-50762-5_2 doi:10.1007/978-3-031-50762-5_2
171. Westley F, Tjørnbo O, Schultz L, Olsson P, Folke C, Crona B, et al. A Theory of Transformative Agency in Linked Social-Ecological Systems. *Ecology and Society*. 2013 Sep 13;18(3). doi:10.5751/ES-05072-180327
172. Figenbaum E. Perspectives on Norway's supercharged electric vehicle policy. *Environmental Innovation and Societal Transitions*. 2017 Dec 1;25:14–34. doi:10.1016/j.eist.2016.11.002
173. Pereira LM, Smith SR, Gifford L, Newell P, Villasante S, Achieng T, et al. Beyond tipping points: risks, equity, and the ethics of intervention. *Earth System Dynamics*. 2025 Aug 4;16(4):1267–85. doi:10.5194/esd-16-1267-2025
174. Porta DD. Building Bridges: Social Movements and Civil Society in Times of Crisis. *Voluntas: International Journal of Voluntary and Nonprofit Organizations*. 2020;31(5):938–48.
175. Murphy A, Sharpe S, Geels F, Lilliestam J, Patt A. First build, then break. A policy framework for accelerating zero-carbon transitions. [Internet]. 2025 Oct [cited 2026 Apr 23]. Available from: <https://www.scurveconomics.org/publications/first-build-then-break/>
176. Johansen K. Wind Energy in Denmark: A Short History [History]. *IEEE Power and Energy Magazine*. 2021 May;19(3):94–102. doi:10.1109/MPE.2021.3057973
177. IEA. Europe's energy crisis: What factors drove the record fall in natural gas demand in 2022? [Internet]. Paris; 2023 [cited 2026 May 6]. Available from: <https://www.iea.org/commentaries/europes-energy-crisis-what-factors-drove-the-record-fall-in-natural-gas-demand-in-2022>
178. Sharma SE, Das RR, Janzwood A, Joshi N, MacArthur JL, Savvidou G. Equity, diversity and inclusion promises, exclusive practices? How to move towards effective and just energy transitions. *Energy Research & Social Science*. 2025 Feb 1;120:103935. doi:10.1016/j.erss.2025.103935
179. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Internet]. Cambridge: Cambridge University Press; 2022 [cited 2026 May 13]. Available from: <https://www.cambridge.org/core/books/climate-change-2022-impacts-adaptation-and-vulnerability/161F238F406D530891AAAE1FC76651BD> doi:10.1017/9781009325844
180. International Labour Organization (ILO). Guidelines for a just transition towards environmentally sustainable economies and societies for all [Internet]. 2015 [cited 2026 May 13]. Available from: <https://www.ilo.org/publications/guidelines-just-transition-towards-environmentally-sustainable-economies>
181. IEA. Germany 2025 [Internet]. Paris; 2025. Available from: <https://www.iea.org/reports/germany-2025>
182. Lenton T. Positive Tipping Points: How to fix the climate crisis. Oxford University Press; 2025.
183. Tàbara JD, Flamos A, Mangalagiu D, Michas S, editors. *Positive Tipping Points Towards Sustainability: Understanding the Conditions and Strategies for Fast Decarbonization in Regions* [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2024 [cited 2026 Apr 23]. (Springer Climate). Available from: <https://link.springer.com/10.1007/978-3-031-50762-5> doi:10.1007/978-3-031-50762-5
184. Folke C, Hahn T, Olsson P, Norberg J. Adaptive Governance of Social-Ecological Systems. *Annual Review of Environment and Resources*. 2005 Nov 21;30(Volume 30, 2005):441–73. doi:10.1146/annurev.energy.30.050504.144511
185. Climate Watch Historical Country Greenhouse Gas Emissions Data [Internet]. Washington, DC: World Resources Institute; 2026 [cited 2026 May 13]. Available from: https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions?apcid=000000000000000000000000&breakBy=sector&chartType=line&end_year=2021&start_year=1990
186. United Nations Development Programme (UNDP) Climate Promise [Internet]. 2025 [cited 2026 May 13]. What is the sustainable energy transition and why is it key to tackling climate change? Available from: <https://climatepromise.undp.org/news-and-stories/what-sustainable-energy-transition-and-why-it-key-tackling-climate-change>
187. IRENA. *World Energy Transitions Outlook 2023: 1.5°C Pathway, Volume 1* [Internet]. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency; 2023 [cited 2026 May 13]. Available from: <https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-42045-rapport-irena-2030-2023.pdf>
188. Nijse FJMM, Mercure JF, Ameli N, Larosa F, Kothari S, Rickman J, et al. The momentum of the solar energy transition. *Nat Commun*. 2023 Oct 17;14(1):6542. doi:10.1038/s41467-023-41971-7
189. Graham E, Fulghum N, Altieri K. Global Electricity Review 2025 [Internet]. Ember; 2025. Available from: <https://ember-energy.org/app/uploads/2025/04/Report-Global-Electricity-Review-2025.pdf>
190. Duggal H. How does the current global oil crisis compare with the 1973 oil embargo? Al Jazeera [Internet]. 2026 [cited 2026 May 7]. Available from: <https://www.aljazeera.com/news/2026/3/24/how-does-the-current-global-oil-crisis-compare-with-the-1973-oil-embargo>

191. Hamilton JD. Causes and Consequences of the Oil Shock of 2007-08. *Brookings Papers on Economic Activity*. 2009;40(1 (Spring)):215–83.
192. Akadiri SS, Özkan O. Energy Markets, Geopolitical Risks, and Global Trade: A High-Stakes Tug of War. *Geological Journal*. 2026;61(4):1105–19. doi:10.1002/gj.70026
193. Vandyck T, Keramidas K, Kitous A, Spadaro JV, Van Dingenen R, Holland M, et al. Air quality co-benefits for human health and agriculture counterbalance costs to meet Paris Agreement pledges. *Nat Commun*. 2018 Nov 22;9(1):4939. doi:10.1038/s41467-018-06885-9
194. IRENA Coalition for Action. *Nature-Positive Energy Principles Environmental Siting and Permitting of Solar, Wind and Grid Infrastructure* [Internet]. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency; 2025 [cited 2026 May 13]. Available from: https://coalition.irena.org/-/media/Files/IRENA/Coalition-for-Action/Publication/IRENA_PAR_Coalition_Nature_positive_energy_principles_2025.pdf
195. Perlin J. Let It Shine: The 6,000-Year Story of Solar Energy [Internet]. 2013 [cited 2026 May 13]. Available from: <https://newworldlibrary.com/product/let-it-shine-paperback>
196. Nemet GF. *How Solar Energy Became Cheap: A Model for Low-Carbon Innovation*. London: Routledge; 2019. 260 p. doi:10.4324/9780367136604
197. OECD. Green industrial policies for the net-zero transition [Internet]. OECD Publishing; 2024 Oct [cited 2026 May 13]. (OECD Net Zero+ Policy Papers). Report no.: 2. Available from: https://www.oecd.org/en/publications/green-industrial-policies-for-the-net-zero-transition_ccc326d3-en.html doi:10.1787/cc326d3-en
198. Lazard. Levelized Cost of Energy+ (LCOE+) Report 2025 [Internet]. New York, NY; 2025 [cited 2026 Mar 25]. Available from: <https://www.lazard.com/news-announcements/lazard-releases-2025-levelized-cost-of-energyplus-report-pr/>
199. Systemiq. The Breakthrough Effect: How to Trigger a Cascade of Tipping Points to Accelerate the Net Zero Transition [Internet]. 2022. Available from: <https://www.systemiq.earth/wp-content/uploads/2023/01/The-Breakthrough-Effect.pdf>
200. Creutzig F, Agoston P, Goldschmidt JC, Luderer G, Nemet G, Pietzcker RC. The underestimated potential of solar energy to mitigate climate change. *Nat Energy*. 2017 Aug 25;2(9):17140. doi:10.1038/nenergy.2017140
201. Lopez G, Pourjamal Y, Breyer C. Paving the way towards a sustainable future or lagging behind? An ex-post analysis of the International Energy Agency's World Energy Outlook. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2025 Apr 1;212:115371. doi:10.1016/j.rser.2025.115371
202. Fulghum N, Suarez W, Altieri K, Rangelova K. Global Electricity Review 2026 [Internet]. Ember; 2026 [cited 2026 May 11]. Available from: <https://ember-energy.org/latest-insights/global-electricity-review-2026>
203. IEA. *World Energy Outlook 2025* [Internet]. Paris: IEA; 2025 Nov [cited 2026 May 6]. Available from: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2025>
204. Ember. *Yearly Electricity Data* [Internet]. Ember; 2026 [cited 2026 May 11]. Available from: <https://ember-energy.org/data/yearly-electricity-data/#explore-this-data>
205. Chadly A, Moawad K, Salah K, Omar M, Mayyas A. State of global solar energy market: Overview, China's role, Challenges, and Opportunities. *Sustainable Horizons*. 2024 Sep 1;11:100108. doi:10.1016/j.horiz.2024.100108
206. Shah J. Insights [Internet]. World Resources Institute; 2025 [cited 2026 Mar 25]. The Perfect Storm Fueling Pakistan's Solar Boom. Available from: <https://www.wri.org/insights/pakistan-solar-energy-boom>
207. Walter D, Bulter-Sloss S, Jones D. The energy security fallout: from fossil fuel fragility to electric independence [Internet]. Ember; 2026. Available from: https://ember-energy.org/app/uploads/2026/03/Report_The_energy_security_fall-out_from_fossil_fuel_fragility_to_electric_independence.pdf
208. Bond K, Sinha S. India's electrotech fast-track: where China built on coal, India is building on sun [Internet]. 2026. Available from: <https://ember-energy.org/latest-insights/indias-electrotech-fast-track-where-china-built-on-coal-india-is-building-on-sun/>
209. IEA. *Global EV Data Explorer* [Internet]. 2025 [cited 2026 May 15]. Available from: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/global-ev-data-explorer>
210. Curtius HC, Hille SL, Berger C, Hahnel UJJ, Wüstenhagen R. Shotgun or snowball approach? Accelerating the diffusion of rooftop solar photovoltaics through peer effects and social norms. *Energy Policy*. 2018 Jul 1;118:596–602. doi:10.1016/j.enpol.2018.04.005
211. Muwanga R, Namugenyi I, Wabukala BM, Tibesigwa W, Katutsi PV. Examining social-cultural norms affecting the adoption of solar energy technologies at the household level. *Cleaner Energy Systems*. 2024 Dec 1;9:100164. doi:10.1016/j.cles.2024.100164
212. Ayoub M, Geels F. What happens after positive tipping points? A socio-technical analysis of acceleration and deceleration in solar-PV diffusion in Germany and the UK. *Technological Forecasting and Social Change*. 2024 Oct 1;207:123642. doi:10.1016/j.techfore.2024.123642
213. IEA. *Global EV Outlook 2025* [Internet]. Paris: IEA; 2025. Available from: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2025>
214. Graham E. The EV leapfrog - how emerging markets are driving a global EV boom [Internet]. Ember; 2025. Available from: <https://ember-energy.org/app/uploads/2025/12/The-EV-leapfrog-PDF.pdf>
215. Mercure JF, Lam A, Buxton JE, Boulton CA, Akther A, Lenton TM. Evidence of a cascading positive tipping point towards electric vehicles. *Nat Commun*. 2026;17(1):240. doi:10.1038/s41467-025-66945-9
216. Norwegian Road Traffic Information Council (OFV). New car sales in 2024: 9 out of 10 new passenger cars were electric cars [Internet]. [cited 2026 May 6]. Available from: <https://ofv.no/aktuelt/2025/nybilsalget-i-2024-9-av-10-nye-personbiler-var-elbiler>
217. Akther A, Polisetty M, Lynch C, Sharpe S. Driving the Transition to Zero-Emission Trucks: Policy Brief [Internet]. Economics of Energy Innovation and System Transition (EEIST); 2025. Available from: <https://eeist.co.uk/wp-content/uploads/EEIST-Driving-the-Transition-to-Zero-Emission-Trucks-Policy-Brief.pdf>
218. Jones D. Coal generation in OECD countries falls below half of its peak [Internet]. Ember; 2024 [cited 2026 May 13]. Available from: <https://ember-energy.org/latest-insights/coal-generation-in-oecd-countries-falls-below-half-of-its-peak>
219. IEA. *Coal 2024* [Internet]. Paris; 2024 Dec [cited 2026 May 13]. Available from: <https://www.iea.org/reports/coal-2024>
220. IRENA, ILO. *Renewable energy and jobs: Annual review 2025* [Internet]. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi; and International Labour Organization, Geneva; 2026 [cited 2026 Apr 28]. Available from: <https://www.irena.org/Publications/2026/Jan/Renewable-energy-and-jobs-Annual-review-2025>
221. IEA. Clean energy is boosting economic growth [Internet]. 2024. Available from: <https://www.iea.org/commentaries/clean-energy-is-boosting-economic-growth>
222. Bond K, Walter D, Butler-Sloss S. The Electrotech Revolution 2025 [Internet]. 2025. Available from: <https://ember-energy.org/latest-insights/the-electrotech-revolution/>

223. Ma B, Wang A. Exploring the role of renewable energy in green job creation and sustainable economic development: An empirical approach. *Energy Strategy Reviews*. 2025 Mar 1;58:101642. doi:10.1016/j.esr.2025.101642
224. European Commission Joint Research Centre. Acceleration areas for renewables [Internet]. 2022 [cited 2026 May 13]. Available from: https://joint-research-centre.ec.europa.eu/scientific-tools-and-databases/energy-and-industry-geography-lab/acceleration-areas-renewables_en
225. Ameli N, Kothari S, Rickman J. Addressing inequities in low-carbon finance flows toward developing countries. *One Earth*. 2023 Oct 20;6(10):1277–80. doi:10.1016/j.oneear.2023.09.010
226. International Hydropower Association [Internet]. [cited 2026 May 6]. Pumped Storage Hydropower. Available from: <https://www.hydropower.org/factsheets/pumped-storage>
227. Hasanbeigi A, Becqué R, Springer C. Curbing Carbon from Consumption: The Role of Green Public Procurement. San Francisco, CA: Global Efficiency Intelligence; 2019.
228. Vo HL. What drives electric vehicle adoption? Perspectives from a geospatial and longitudinal study. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 2026 Jan 1;203:104776. doi:10.1016/j.tra.2025.104776
229. Walter D, Atkinson W, Mohanty S, Bond K, Gulli C, Lovins A. The Battery Mineral Loop [Internet]. RMI; 2024 [cited 2026 May 13]. Available from: <https://rmi.org/insight/the-battery-mineral-loop/>
230. Parker E. Environmental and Energy Study Insitute (EESI) [Internet]. 2025 [cited 2026 May 13]. From Scrap to Supply: Circular Strategies for Critical Minerals. Available from: <https://www.eesi.org/articles/view/from-scrap-to-supply-circular-strategies-for-critical-minerals>
231. Shea R, Golden R. RMI [Internet]. 2026 [cited 2026 May 13]. Lower Bills, Better Grids: Heat Pump Benefits for Electric Resistance-Heated Homes. Available from: <https://rmi.org/lower-bills-better-grids-heat-pump-benefits-for-electric-resistance-heated-homes/>
232. Killip G, Topouzi M, Fawcett T. Building fabric improvement and heat pump deployment: a set of policy conundrums. In: Center Parcs Lac d'Ailette, France; 2024. Available from: https://www.researchgate.net/publication/382699263_Building_fabric_improvement_and_heat_pump_deployment_a_set_of_policy_conundrums
233. Brown E, Moreno JLO. The Accelerating Progress of Electric Cooking: The Momentum Continues to Build. *Modern Energy Cooking Services* [Internet]. 2025 Sep 25 [cited 2026 May 15]. Available from: <https://mecs.org.uk/blog/the-accelerating-progress-of-electric-cooking-the-momentum-continues-to-build/>
234. IEA. Energy Efficiency Policy Toolkit 2025 [Internet]. Paris; 2025 [cited 2026 May 13]. Available from: <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-policy-toolkit-2025/buildings>
235. IEA [Internet]. 2021 [cited 2026 Apr 23]. Recommendations of the Global Commission on People-Centred Clean Energy Transitions – Analysis. Available from: <https://www.iea.org/reports/recommendations-of-the-global-commission-on-people-centred-clean-energy-transitions>
236. Semieniuk G, Holden PB, Mercure JF, Salas P, Pollitt H, Jobson K, et al. Stranded fossil-fuel assets translate to major losses for investors in advanced economies. *Nat Clim Chang*. 2022 Jun;12(6):532–8. doi:10.1038/s41558-022-01356-y
237. Rickman J, Falkenberg M, Kothari S, Larosa F, Grubb M, Ameli N. The challenge of phasing-out fossil fuel finance in the banking sector. *Nat Commun*. 2024 Sep 10;15(1):7881. doi:10.1038/s41467-024-51662-6
238. International Labour Organization (ILO). Just Transition Policy Brief: The role of active labour market policies for a just transition [Internet]. Geneva: ILO; 2023 [cited 2026 Apr 23]. Available from: <https://researchrepository.ilo.org/esploro/outputs/encyclopediaEntry/995318704502676> doi:10.54394/VOWE8267
239. World Bank [Internet]. [cited 2026 Apr 23]. Just Transition for All: The World Bank Group's Support to Countries Transitioning Away from Coal. Available from: <https://www.worldbank.org/en/topic/extractiveindustries/justtransition>
240. World Bank. Repurposing Coal Mining Lands for a Just Transition: Methods, Financing Options, and Governance Solutions [Internet]. World Bank; 2024. Available from: <http://hdl.handle.net/10986/41071>
241. Sovacool B, Ali SH, Bazilian M, Radley B. Sustainable minerals and metals for a low-carbon future. *Science*. 2020;367(6473). doi:10.1126/science.aaz6003
242. Lèbre É, Stringer M, Svobodova K, Owen JR, Kemp D, Côte C, et al. The social and environmental complexities of extracting energy transition metals. *Nat Commun*. 2020 Sep 24;11(1):4823. doi:10.1038/s41467-020-18661-9
243. IEA. IEA [Internet]. 2025 [cited 2026 Apr 20]. Energy Efficiency 2025 – Analysis. Available from: <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2025>
244. Bennun L, van Bochove J, Ng C, Fletcher C, Wilson D, Phair N, et al. Mitigating biodiversity impacts associated with solar and wind energy development [Internet]. Gland, Switzerland: IUCN; 2021 [cited 2026 May 16]. Available from: <https://portals.iucn.org/library/node/49617>
245. IEA. Land-Use Competition between Biodiversity and Net Zero Goals [Internet]. Paris: IEA; 2025 [cited 2026 Apr 20]. Available from: <https://www.iea.org/reports/land-use-competition-between-biodiversity-and-net-zero-goals>
246. Tubiello FN, Rosenzweig C, Conchedda G, Karl K, Gütschow J, Xueyao P, et al. Greenhouse gas emissions from food systems: building the evidence base. *Environ Res Lett*. 2021 Jun;16(6):065007. doi:10.1088/1748-9326/ac018e
247. Rockström J, Thilsted SH, Willett WC, Gordon LJ, Herrero M, Hicks CC, et al. The EAT–Lancet Commission on healthy, sustainable, and just food systems. *The Lancet*. 2025 Oct 11;406(10512):1625–700. doi:10.1016/S0140-6736(25)01201-2
248. Zhou B, Rayner AW, Gregg EW, Sheffer KE, Carrillo-Larco RM, Bennett JE, et al. Worldwide trends in diabetes prevalence and treatment from 1990 to 2022: a pooled analysis of 1108 population-representative studies with 141 million participants. *The Lancet*. 2024 Nov 23;404(10467):2077–93. doi:10.1016/S0140-6736(24)02317-1
249. FAO, IFAD, UNICEF, WFP, WHO. The State of Food Security and Nutrition in the World 2025. Addressing high food price inflation for food security and nutrition [Internet]. Rome, Italy: FAO; IFAD; UNICEF; WFP; WHO; 2025 [cited 2026 Mar 25]. Available from: <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cd6008en> doi:10.4060/cd6008en
250. Ruggeri Laderchi L, Lotze-Campen H, DeClerck F, Bodirsky B. The Economics of the Food System Transformation [Internet]. Food Systems Economics; 2024 Jan [cited 2026 May 15]. Available from: <https://foodsystemeconomics.org/wp-content/uploads/FSEC-GlobalPolicyReport-February2024.pdf>
251. DeClerck FAJ, Koziell I, Benton T, Garibaldi LA, Kremen C, Maron M, et al. A Whole Earth Approach to Nature-Positive Food: Biodiversity and Agriculture. In: von Braun J, Afsana K, Fresco LO, Hassana MHA, editors. *Science and Innovations for Food Systems Transformation* [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2023 [cited 2026 May 15]. p. 469–96. Available from: https://doi.org/10.1007/978-3-031-15703-5_25 doi:10.1007/978-3-031-15703-5_25

252. Willett W, Rockström J, Loken B, Springmann M, Lang T, Vermeulen S, et al. Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*. 2019 Feb;393(10170):447–92. doi:10.1016/S0140-6736(18)31788-4
253. Sabaté J, Sranacharoenpong K, Harwatt H, Wien M, Soret S. The environmental cost of protein food choices. *Public Health Nutrition*. 2015 Aug;18(11):2067–73. doi:10.1017/S1368980014002377
254. Springmann M. A multicriteria analysis of meat and milk alternatives from nutritional, health, environmental, and cost perspectives. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2024 Dec 10;121(50):e2319010121. doi:10.1073/pnas.2319010121
255. Poore J, Nemecek T. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*. 2018 Jun;360(6392):987–92. doi:10.1126/science.aag0216
256. Oliver TH, Boyd E, Balcombe K, Benton TG, Bullock JM, Donovan D, et al. Overcoming undesirable resilience in the global food system. *Global Sustainability*. 2018 Jan;1:e9. doi:10.1017/sus.2018.9
257. Zhang J, Drury M. Sustainable agriculture in the EU and China: A comparative critical policy analysis approach. *Environmental Science & Policy*. 2024 Jul 1;157:103789. doi:10.1016/j.envsci.2024.103789
258. Clapp J. The problem with growing corporate concentration and power in the global food system. *Nat Food*. 2021 Jun;2(6):404–8. doi:10.1038/s43016-021-00297-7
259. FAO, UNDP, UNEP. A multi-billion-dollar opportunity – Repurposing agricultural support to transform food systems [Internet]. Rome; 2021 [cited 2026 May 15]. p. 180. Available from: <https://openknowledge.fao.org/items/7872fdc7-cb4f-4c76-aab2-84b69b5d127f>
260. Rollscane C. Data shows regulation drives action [Internet]. Oxford, UK: Global Canopy; 2026 [cited 2026 Apr 23]. Available from: <https://forest500.org/publications/forest-500-data-shows-regulation-is-driving-corporate-action-on-deforestation/>
261. Science Based Targets Initiative [Internet]. [cited 2026 Apr 20]. Science Based Targets Dashboard. Available from: <https://sciencebasedtargets.org/target-dashboard>
262. Science Based Targets Network [Internet]. Science Based Targets Network; 2025 [cited 2026 Apr 23]. Reflections and progress from SBTN in 2025. Available from: <https://sciencebasedtargetsnetwork.org/news/news/reflections-and-progress-from-sbtn-in-2025/>
263. Who we are - About [Internet]. [cited 2026 Apr 23]. Science Based Targets Network. Available from: <https://sciencebasedtargetsnetwork.org/about/>
264. Boucher M, Mohankumar S, Montosa Rodenas M. The Four Labours of Regenerative Agriculture: Paving the way towards meaningful commitment. [Internet]. FAIRR; 2023 Sep [cited 2026 Apr 23]. Available from: <https://www.fairr.org/resources/reports/regenerative-agriculture-four-labours>
265. New Zealand Ministry of Foreign Affairs and Trade. New Zealand Ministry of Foreign Affairs and Trade [Internet]. 2024 [cited 2026 Apr 23]. A Green Denmark: First country to tax agricultural emissions. Available from: <https://www.mfat.govt.nz/en/trade/mfat-market-reports/a-green-denmark-first-country-to-tax-agricultural-emissions-november-2024>
266. TNFD. The Taskforce on Nature-related Financial Disclosures [Internet]. [cited 2026 Apr 23]. Available from: <https://tnfd.global/>
267. van Dooren C, Loken B, Lang T, Meltzer HM, Halevy S, Neven L, et al. The planet on our plates: approaches to incorporate environmental sustainability within food-based dietary guidelines. *Front Nutr*. 2024 Jul 5;11. doi:10.3389/fnut.2024.1223814
268. Daugbjerg C. Using public procurement of organic food to promote pesticide-free farming: A comparison of governance modes in Denmark and Sweden. *Environmental Science & Policy*. 2023 Feb 1;140:271–8. doi:10.1016/j.envsci.2022.12.012
269. Garcia HL, Perez CA, Casonato C, Sarasa -RENEDO Ana, Bakogianni I, Wollgast J, et al. Factsheets: Criteria for Sustainable Public Procurement (SPP) for Food, Food services, and Vending Machines [Internet]. 2025 [cited 2026 Apr 29]. Available from: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC144579> doi:10.2760/9479564
270. WHO. Norway's new legislation children from marketing of unhealthy foods [Internet]. World Health Organization; 2026 [cited 2026 Apr 23]. Available from: <https://www.who.int/europe/news/item/23-03-2026-norway-s-new-law-shields-children-from-marketing-of-unhealthy-foods>
271. Amoah J, Ngmensoa G, Annan RA. Global evidence on nature-positive agricultural practices and their socio-economic and ecological impacts: a systematic review. *Front Sustain Food Syst*. 2025 Dec 9;9. doi:10.3389/fsufs.2025.1723693
272. WWF. Food Forward NDCs: An assessment of Nationally Determined Contributions (NDCs 3.0) for agriculture and food systems transformation [Internet]. Gland, Switzerland: WWF; 2025. p. 81. Available from: https://climatefocus.com/wp-content/uploads/2025/11/Food_Foward_NDCs.pdf
273. Dittmer KM, Rose S, Snapp SS, Kebede Y, Brickman S, Shelton S, et al. Agroecology Can Promote Climate Change Adaptation Outcomes Without Compromising Yield In Smallholder Systems. *Environmental Management*. 2023 Aug 1;72(2):333–42. doi:10.1007/s00267-023-01816-x
274. Lehmann LM, Smith J, Westaway S, Pisanelli A, Russo G, Borek R, et al. Productivity and Economic Evaluation of Agroforestry Systems for Sustainable Production of Food and Non-Food Products. *Sustainability*. 2020 Jan;12(13):5429. doi:10.3390/su12135429
275. Campos-Silva JV, Peres C. Community-based management induces rapid recovery of a high-value tropical freshwater fishery. *Sci Rep*. 2016 Oct 12;6(1):34745. doi:10.1038/srep34745
276. Parker A. Community-based fisheries management: Lessons learned from case studies worldwide. *Allied Academies* [Internet]. 2024;8(6). Available from: <https://www.alliedacademies.org/articles/communitybased-fisheries-management-lessons-learned-from-case-studies-worldwide.pdf>
277. Rockström J, Kassam A, Friedrich T, Reicosky D, Dumanski J, Goddard T, et al. Conservation agriculture: helping to return to within planetary boundaries. *Global Sustainability*. 2026 Jan;9:e11. doi:10.1017/sus.2025.10045
278. Kabato W, Hailegnaw N, Mutum L, Molnar Z. Managing soil health for climate resilience and crop productivity in a changing environment. *Science of The Total Environment*. 2025 Oct 20;1000:180460. doi:10.1016/j.scitotenv.2025.180460
279. Emenyu AP, Pienkowski T, Cunliffe AM, Lenton TM, Powell TWR. Positive tipping points for accelerating adoption of regenerative practices in African smallholder farming systems: what drives and sustains adoption? *Earth System Dynamics*. 2025 Oct 10;16(5):1699–710. doi:10.5194/esd-16-1699-2025
280. United Nations Food Systems Coordination Hub. Global Food Systems Transformation 2025: Progress Report Based on Inputs from Countries, Coalitions, and the UN System Ahead of UNFSS+4 [Internet]. United Nations Food Systems Coordination Hub; 2025. Available from: <https://www.unfoodsystemshub.org/docs/unfoodsystemslibraries/unfss-4/global-food-systems-transformation-2025.pdf>
281. Dean AJ, Eberhard R, Baresi U, Coggan A, Deane F, Hamman E, et al. Scrutinizing the impact of policy instruments on adoption of agricultural conservation practices using Bayesian expert models. *Conservation Letters*. 2023;16(6):e12988. doi:10.1111/conl.12988

282. NSW Government: Environment and Heritage [Internet]. NSW Government; 2024 [cited 2026 Apr 23]. Natural capital explained. Available from: <https://www.environment.nsw.gov.au/topics/natural-capital/explained>
283. Selinske MJ, Garrard GE, Humphrey JE, van Eeden LM, Wright D, Brugler S, et al. Pathways to a nature positive agricultural sector. *npj Sustain Agric*. 2026 Mar 10;4(1):18. doi:10.1038/s44264-025-00104-x
284. Marine Stewardship Council. Tuna Yearbook 2026: Market data, innovations and insights from communities protecting our ocean [Internet]. 2026. Available from: https://www.msc.org/docs/default-source/default-document-library/stakeholders/tuna-news/msc-sustainable-tuna-yearbook-2026.pdf?sfvrsn=8e139fde_2
285. United Nations Environment Programme. Driving Finance for Sustainable Food Systems: A Roadmap to Implementation for Financial Institutions and Policy Makers [Internet]. Geneva: United Nations Environment Programme; 2023 Apr [cited 2026 Apr 23]. Available from: <https://www.unepfi.org/publications/driving-finance-for-sustainable-food-systems/>
286. Neunuebel C, Janer LB, Laxton V, Krisht S. Multilateral Development Banks: Nature and Biodiversity Mainstreaming [Internet]. 2025 Jun 11 [cited 2026 Apr 23]. Available from: <https://www.wri.org/research/multilateral-development-banks-nature-and-biodiversity-mainstreaming>
287. Gautam M, Laborde D, Mamun A, Martin W, Pineiro V, Vos R. Repurposing Agricultural Policies and Support: Options to Transform Agriculture and Food Systems to Better Serve the Health of People, Economies, and the Planet [Internet]. Washington, DC: The World Bank; 2022 Jan [cited 2026 Apr 23]. p. 86. Available from: https://www.researchgate.net/publication/358659748_Repurposing_Agricultural_Policies_and_Support_Options_to_Transform_Agriculture_and_Food_Systems_to_Better_Serve_the_Health_of_People_Economies_and_the_Planet doi:10.1596/36875
288. Sumaila UR, Alam L, Abdallah PR, Aheto D, Akintola SL, Alger J, et al. WTO must complete an ambitious fisheries subsidies agreement. *npj Ocean Sustain*. 2024 Feb 2;3(1):6. doi:10.1038/s44183-024-00042-0
289. Beverdam J, Hubacek K, Scholtens B, Sijtsma F. Improving biodiversity resilience requires both public and private finance: A life-cycle analysis of biodiversity finance. *Ecological Economics*. 2025 Aug 1;234:108607. doi:10.1016/j.ecolecon.2025.108607
290. Heilmayr R, Rausch LL, Munger J, Gibbs HK. Brazil's Amazon Soy Moratorium reduced deforestation. *Nat Food*. 2020 Dec;1(12):801–10. doi:10.1038/s43016-020-00194-5
291. Gibbs HK, Rausch L, Munger J, Schelly I, Morton DC, Noojipady P, et al. Brazil's Soy Moratorium. *Science*. 2015 Jan 23;347(6220):377–8. doi:10.1126/science.aaa0181
292. de Oliveira GM, Fearnside PM, Börner J. Revive Brazil's soy moratorium. *Science*. 2026 Feb 12;391(6786):668–668. doi:10.1126/science.aee7442
293. IPCC. Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems [Internet]. IPCC; 2019 [cited 2026 Apr 23]. p. 896. Available from: <https://www.ipcc.ch/srccl/>
294. Crona BI, Wassénius E, Jonell M, Koehn JZ, Short R, Tigchelaar M, et al. Four ways blue foods can help achieve food system ambitions across nations. *Nature*. 2023 Apr;616(7955):104–12. doi:10.1038/s41586-023-05737-x
295. Vermeulen SJ, Park T, Khoury CK, Béné C. Changing diets and the transformation of the global food system. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2020;1478(1):3–17. doi:10.1111/nyas.14446
296. ProVeg International. Price Study 2025 [Internet]. ProVeg International; 2025 [cited 2026 Apr 23]. Available from: <https://proveg.org/de/report/preisstudie-2025>
297. Niebylski ML, Redburn KA, Duhaney T, Campbell NR. Healthy food subsidies and unhealthy food taxation: A systematic review of the evidence. *Nutrition*. 2015 Jun 1;31(6):787–95. doi:10.1016/j.nut.2014.12.010
298. Pineda E, Gressier M, Li D, Brown T, Mounsey S, Olney J, et al. Review: Effectiveness and policy implications of health taxes on foods high in fat, salt, and sugar. *Food Policy*. 2024 Feb 1;123:102599. doi:10.1016/j.foodpol.2024.102599
299. Lara-Arevalo J, Corvalan C, Pemjean I, Montes de Oca D, Ng SW, Taillie LS. Healthy Food Voucher Programs: Global Evidence on Structure, Implementation, and Nutrition-Related Outcomes. *Advances in Nutrition*. 2025 Nov 1;16(11):100530. doi:10.1016/j.advnut.2025.100530
300. Springmann M, Spajic L, Clark MA, Poore J, Herforth A, Webb P, et al. The healthiness and sustainability of national and global food based dietary guidelines: modelling study. *BMJ*. 2020 Jul 15;370:m2322. doi:10.1136/bmj.m2322
301. Swensson LFJ, Tartanac F. Public food procurement for sustainable diets and food systems: The role of the regulatory framework. *Global Food Security*. 2020 Jun 1;25:100366. doi:10.1016/j.gfs.2020.100366
302. Klammeus E. Malmö's journey to more climate friendly meals [CityTalk] [Internet]. 2021 Nov 10 [cited 2026 Apr 23]. Available from: <https://talkofthecities.iclei.org/malmos-journey-to-more-climate-friendly-meals/>
303. Burgaz C, Gorasso V, Achten W, Batis C, Castronuovo L, Diouf A, et al. The effectiveness of food system policies to improve nutrition, nutrition-related inequalities and environmental sustainability: a scoping review. *Food Sec*. 2023 Oct 1;15(5):1313–44. doi:10.1007/s12571-023-01385-1
304. United Nations Environment Programme. Food Waste Index Report 2021 [Internet]. 2021 [cited 2026 May 6]. Available from: <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/35280>
305. Scapin T, Romaniuk H, Feeley A, Corrêa KP, Kupka R, Gomez-Donoso C, et al. Global food retail environments are increasingly dominated by large chains and linked to the rising prevalence of obesity. *Nat Food*. 2025 Mar;6(3):283–95. doi:10.1038/s43016-025-01134-x
306. Principato L, Pice G, Pezzi A. Understanding food choices in sustainable healthy diets – A systematic literature review on behavioral drivers and barriers. *Environmental Science & Policy*. 2025 Jan 1;163:103975. doi:10.1016/j.envsci.2024.103975
307. GFI Europe [Internet]. GFI Europe; 2025 [cited 2026 Apr 23]. Understanding plant-based category dynamics, motivations and consumers in the UK and Germany. Available from: <https://gfieurope.org/resource/2025-germany-uk-plant-based-dynamics-motivations-consumers/>
308. GFI Europe. Germany plant-based food retail market insights 2022-2024. GFI - Europe; 2025 Jun.
309. Loeser J, Taylor K. Retail Foods Annual: Germany [Internet]. USDA Foreign Agricultural Service; 2025 Sep [cited 2026 Apr 23]. Available from: https://www.fas.usda.gov/data/gain-report/2025/09/Retail%20Foods%20Annual_Berlin_Germany_GM2025-0016.pdf
310. Ellen P, Loken B, Doodkorte P, Ison S, Simons R, Wall F. Plant forward to plant rich. *Madre Brava*, supported by Systemiq; 2026.
311. FOLU. Positive tipping points for healthier diets and diversified protein supply [Internet]. 2021. Available from: <https://www.foodandlandusecoalition.org/wp-content/uploads/2021/07/Positive-Tipping-Points-for-Healthier-Diets-and-Diversified-Protein-Supply.pdf>
312. FAO. Food Loss and Waste database [Internet]. 2022. Available from: <https://www.fao.org/platform-food-loss-waste/flw-data/en/>

313. United Nations Environment Programme. Food Waste Index Report 2024. Think Eat Save: Tracking Progress to Halve Global Food Waste [Internet]. Nairobi: United Nations Environment Programme; 2024 Mar [cited 2026 Apr 23]. Available from: <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/45230>
314. Nenert C, González González D, Giner C, Gay SH, Elasri A. The potential effects of reducing food loss and waste: Impacts on the triple challenge and cost-benefits analysis [OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers] [Internet]. 222nd ed. 2025 May [cited 2026 Apr 23]. (OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers). Available from: https://www.oecd.org/en/publications/the-potential-effects-of-reducing-food-loss-and-waste_bd2aedc6-en.html doi:10.1787/bd2aedc6-en
315. Liechti C, Mack G, Ammann J. A systematic literature review of impactful food waste interventions at the consumer level. *Sustainable Production and Consumption*. 2024 Dec 1;52:552–65. doi:10.1016/j.spc.2024.11.023
316. USDA, EPA, FDA. National Strategy for Reducing Food Loss and Waste and Recycling Organics [Internet]. 2024. Available from: <https://www.usda.gov/about-food/food-safety/food-loss-and-waste/national-strategy-reducing-food-loss-and-waste-and-recycling-organics>
317. OECD. Achieving food loss and waste reduction [Internet]. 39th ed. Paris: OECD Publishing; 2025 Nov [cited 2026 Apr 23]. (OECD Net Zero+ Policy Papers). Report no.: 39. Available from: https://www.oecd.org/en/publications/achieving-food-loss-and-waste-reduction_edd99594-en.html doi:10.1787/edd99594-en
318. Aramyan L, Valeeva N, Vittuari M, Gaiani S, Politano A, Gheoldus M, et al. Market-based instruments and other socio-economic incentives enhancing food waste prevention and reduction [Internet]. Wageningen University; 2016. Available from: <https://edepot.wur.nl/549089>
319. Papargyropoulou E, Lozano R, K. Steinberger J, Wright N, Ujang Z bin. The food waste hierarchy as a framework for the management of food surplus and food waste. *Journal of Cleaner Production*. 2014 Aug 1;76:106–15. doi:10.1016/j.jclepro.2014.04.020
320. Drejerska N, Sobczak-Malitka W. Nurturing Sustainability and Health: Exploring the Role of Short Supply Chains in the Evolution of Food Systems—The Case of Poland. *Foods*. 2023 Jan;12(22):4171. doi:10.3390/foods12224171
321. Oshilalu AZ, Iboh S. Integration of renewable energy technologies into transportation infrastructure to minimize carbon footprint and enhance long-term environmental resilience. *Global Journal of Engineering and Technology Advances*. 2025;24(3):236–51. doi:10.30574/gjeta.2025.24.3.0281
322. FAO, IFAD, UNICEF, WFP, WHO. The State of Food Security and Nutrition in the World 2022. Repurposing food and agricultural policies to make healthy diets more affordable [Internet]. Rome, Italy: FAO; IFAD; UNICEF; WFP; WHO; 2022 [cited 2026 Apr 23]. Available from: <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cc0639en> doi:10.4060/cc0639en
323. FAO. The State of Agricultural Commodity Markets 2024 - Trade and nutrition: policy coherence for healthy diets [Internet]. Rome, Italy: FAO; 2024 [cited 2026 Apr 28]. Available from: <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cd2144en> doi:10.4060/cd2144en
324. The World Bank. Trends and Policy Options to Effectively Fight Global Poverty and Hunger [Internet]. The World Bank; 2024. Available from: <https://globalallianceagainsthungerandpoverty.org/wp-content/uploads/2024/11/WB-Trends-and-Policy-Options-to.pdf>
325. Macdonald K, Diprose R, Grabs J, Schleifer P, Alger J, Bahruddin, et al. Jurisdictional approaches to sustainable agro-commodity governance: The state of knowledge and future research directions. *Earth System Governance*. 2024 Dec 1;22:100227. doi:10.1016/j.esg.2024.100227
326. Science Based Targets Network [Internet]. [cited 2026 Apr 23]. The first science-based targets for nature. Available from: <https://sciencebasedtargetsnetwork.org/how-it-works/the-first-science-based-targets-for-nature/>
327. da Cunha I, Yu V. National Assurance Schemes and Market Recognition: Emerging Opportunities and Takeaways in the FACT Dialogue and Beyond. Nairobi, Kenya: CIFOR; 2025.
328. Lachaux C. Unlocking opportunities for smallholders through the EU Deforestation Regulation (EUDR) [Internet]. Gland, Switzerland: WWF; 2025. p. 17. Available from: https://wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/unlocking-opportunities-for-smallholders-through-the-eudr_dec-2025.pdf
329. WWF. Unlocking Finance for Nature and People: An introductory guide to the landscape finance approach to scaling finance for nature and people [Internet]. Gland, Switzerland: WWF; 2025. Available from: <https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/lfa-guide.pdf>
330. Torbey H, Kwek JH. Asset management 2025: The great convergence [Internet]. McKinsey & Company; 2025. Available from: <https://www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/asset-management-2025-the-great-convergence>
331. United Nations Environment Programme. State of Finance for Nature 2026: Nature in the red - Powering the trillion dollar nature transition economy [Internet]. Nairobi; 2026 [cited 2026 Apr 25]. Available from: <https://www.unep.org/resources/state-finance-nature-2026> doi:https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/49119
332. Rainforest Action Network, BankTrack, Center for Energy, Ecology, and Development, Indigenous Environmental Network, Oil Change International. Banking on Climate Chaos: Fossil Fuel Finance Report 2025 [Internet]. Banking on Climate Chaos; 2025. Available from: https://www.bankingonclimatechaos.org/wp-content/uploads/2025/06/BOCC_2025_FINAL4.pdf
333. Rice S. World's Asset Managers Allowing the Destruction of the Planet and its Species [Internet]. 2026 [cited 2026 May 6]. Available from: <https://shareaction.org/news/worlds-asset-managers-allowing-the-destruction-of-the-planet-and-its-species>
334. IPBES. Summary for policymakers of the methodological assessment of the impact and dependence of business on biodiversity and nature's contributions to people [Internet]. Jones M, Polasky S, Rueda X, Brooks S, Ingram JC, von Hase A, et al., editors. Zenodo; 2026 [cited 2026 Apr 28]. Available from: <https://zenodo.org/records/18538597> doi:10.5281/zenodo.18538597
335. International Monetary Fund. Financial Soundness Indicators: Compilation Guide [Internet]. Washington, DC; 2006. Available from: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/fsi/guide/2006/pdf/fsiFT.pdf>
336. European Commission. European Commission - Finance [Internet]. European Commission; 2025 [cited 2026 May 6]. Corporate sustainability reporting. Available from: https://finance.ec.europa.eu/financial-markets/company-reporting-and-auditing/company-reporting/corporate-sustainability-reporting_en
337. European Commission. European Commission [Internet]. 2025 [cited 2026 May 15]. Sustainability-related disclosure in the financial services sector - Finance. Available from: https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/disclosures/sustainability-related-disclosure-financial-services-sector_en
338. Convention on Biological Diversity. Target 19 of Kuming-Montreal Global Biodiversity Framework [Internet]. Secretariat of the Convention on Biological Diversity; [cited 2026 May 7]. Available from: <https://www.cbd.int/gbf/targets/19>
339. Hewa SI, Mala R, Chen J, Dumay J. Climate related disclosures and investor behaviour: An Australian study. *Advances in Accounting*. 2025 Jun 1;68:100809. doi:10.1016/j.adiac.2025.100809
340. Morrison A. Vast 'stranded assets' if world continues investing in polluting industries. University of Exeter News [Internet]. 2024 Sep 30 [cited 2026 May 6]. Available from: <https://news.exeter.ac.uk/faculty-of-environment-science-and-economy/vast-stranded-assets-if-world-continues-investing-in-polluting-industries/>

341. Collins A. Budget pressure starts to bite, and other economic news to know. World Economic Forum [Internet]. 2025 Jun 12 [cited 2026 May 6]. Available from: <https://www.weforum.org/stories/2025/06/pressure-on-budgets-starts-to-bite-amid-upheaval-and-other-key-economic-news-to-know/>
342. European Commission. Corporate sustainability due diligence [Internet]. 2024 [cited 2026 May 16]. Available from: https://commission.europa.eu/topics/business-and-industry/doing-business-eu/sustainability-due-diligence-responsible-business/corporate-sustainability-due-diligence_en
343. Pankov S, Ölmez Y. The EU's Omnibus proposal: What it is aiming for and what lies ahead. World Economic Forum [Internet]. 2025 Mar 10 [cited 2026 May 6]. Available from: <https://www.weforum.org/stories/2025/03/eu-omnibus-proposal-what-lies-ahead/>
344. Perversi A. KPMG [Internet]. 2025 [cited 2026 May 11]. The UK's triple consultation on sustainability standards, climate transition planning, and assurance. Available from: <https://kpmg.com/uk/en/insights/sustainability/uk-consultations-on-sustainability-reporting.html>
345. SEC Votes to End Defense of Climate Disclosure Rules [Internet]. U.S. Securities and Exchange Commission; 2025 [cited 2026 May 6]. Available from: <https://www.sec.gov/newsroom/press-releases/2025-58>
346. Business Groups Challenged California's 2023 Climate Disclosure Laws [Internet]. 2024 [cited 2026 May 11]. Available from: https://www.climatecasechart.com/documents/business-groups-challenged-californias-2023-climate-disclosure-laws_58e4
347. Segal M. JPMorgan Leaves Net Zero Banking Group, Completing Departure of Major U.S. Banks. ESG Today [Internet]. 2025 [cited 2026 May 6]. Available from: <https://www.esgtoday.com/jpmorgan-leaves-net-zero-banking-group-completing-departure-of-major-u-s-banks/>
348. World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). Business Breakthrough Barometer 2025 [Internet]. 2025 [cited 2026 May 6]. Available from: <https://www.wbcsd.org/actions/business-breakthrough-barometer/>
349. Kholifatul Rizkiah S, Abdelli M. 2025 Sustainable Financial Regulations and Central Bank Activities (SUSREG Annual Report) [Internet]. Gland, Switzerland: WWF; 2025. Available from: <https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/2025-susreg-annual-report.pdf>
350. World Economic Forum. Finding Pathways, Financing Innovation: Tackling the Brazilian Transition Challenge [Internet]. World Economic Forum; 2023. Available from: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Finding_Pathways_Financing_Innovation_2023.pdf
351. Dasgupta P. The Economics of Biodiversity: The Dasgupta Review [Internet]. London: HM Treasury; 2021. Available from: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/962785/The_Economics_of_Biodiversity_The_Dasgupta_Review_Full_Report.pdf
352. Parry I. Five Things to Know about Carbon Pricing. Finance & Development [Internet]. 2021 [cited 2026 May 16]. Available from: <https://www.imf.org/en/publications/fandd/issues/2021/09/five-things-to-know-about-carbon-pricing-parry>
353. OECD. Financial Markets and Climate Transition: Opportunities, Challenges and Policy Implications [Internet]. Paris: OECD Publishing; 2021 Oct [cited 2026 May 11]. Available from: https://www.oecd.org/en/publications/financial-markets-and-climate-transition_759b71c1-en.html doi:10.1787/759b71c1-en
354. The Network for Greening the Financial System (NGFS). NGFS publishes a package of reports relating to Transition Plans [Internet]. Paris: The Network for Greening the Financial System (NGFS); 2024 [cited 2026 May 16]. Available from: <https://www.ngfs.net/en/press-release/ngfs-publishes-package-reports-relating-transition-plans>
355. Network for Greening the Financial System [Internet]. 2026 [cited 2026 Apr 25]. NGFS 2026 Nature Package. Available from: <https://www.ngfs.net/en/publications-and-statistics/publications/ngfs-2026-nature-package>
356. WWF. Central Banking and Financial Supervision Roadmap: Transitioning to a Net Zero and Nature Positive Economy [Internet]. WWF; 2022. Available from: <https://business.wwf.nl/globalassets/pdf/nieuws/routekaart-centrale-banken-2022.pdf>
357. Wu Y, Margolin J, McGinnis R. How Shareholder Engagement Can Reshape Finance. WRI Insights [Internet]. 2021 [cited 2026 May 11]. Available from: <https://www.wri.org/insights/how-shareholder-engagement-can-reshape-finance>
358. TNFD. Recommendations of the Taskforce on Nature-related Financial Disclosures [Internet]. TNFD; 2023. Available from: https://tnfd.global/wp-content/uploads/2023/08/Recommendations_of_the_Taskforce_on_Nature-related_Financial_Disclosures_September_2023.pdf
359. World Economic Forum. Location Matters: Using spatial intelligence for business action on nature and climate [Internet]. World Economic Forum; 2022. Available from: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Location_Matters_Using_spatial_intelligence_for_business_action_on_nature_and_climate_2022.pdf
360. Network for Greening the Financial System. Nature-related Financial Risks: a Conceptual Framework to guide Action by Central Banks and Supervisors [Internet]. 2024. Available from: <https://www.ngfs.net/system/files/import/ngfs/medias/documents/ngfs-conceptual-framework-nature-risks.pdf>
361. Global Forest Review. Deforestation and Restoration Targets Tracker (beta) [Internet]. Washington, DC: World Resources Institute; 2026 [cited 2026 May 6]. Available from: <https://gfr.wri.org/forest-targets-tracker>
362. Makower J. Here's what you need to know about positive climate tipping points. World Economic Forum [Internet]. 2023 Apr 3 [cited 2026 May 7]. Available from: <https://www.weforum.org/stories/2023/04/heres-what-you-need-to-know-about-positive-climate-tipping-points/>
363. Clarke L, Y.-M. Wei A, De La Vega Navarro A, Garg AN. Chapter 6: Energy systems. In: IPCC, 2022: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Internet]. Cambridge, UK and New York, NY: Cambridge University Press.; 2022 [cited 2026 May 7]. Available from: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/chapter/chapter-6/>
364. United Nations Conference on Trade and Development. Making Sense of Article 2.1(C): What Role for Private Finance in Achieving Climate Goals? [Internet]. United Nations; 2024 Feb [cited 2026 May 7]. Available from: <https://www.un-ilibrary.org/content/books/9789213587324> doi:10.18356/9789213587324
365. IRENA, CPI. Global landscape of renewable energy finance 2023. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency; 2023.
366. IEA. Fossil Fuels Consumption Subsidies 2022 – Analysis [Internet]. 2023 Feb [cited 2026 May 7]. Available from: <https://www.iea.org/reports/fossil-fuels-consumption-subsidies-2022>
367. Butler S, Jolly J, Topham G, Ambrose J, Makortoff K, Horton H. Was 2025 the year that business retreated from net zero? The Guardian [Internet]. 2025 Dec 20 [cited 2026 May 13]. Available from: <https://www.theguardian.com/environment/2025/dec/20/was-2025-the-year-that-business-retreated-from-net-zero>
368. Rodríguez Echandi CM, Seymour F. World Economic Forum [Internet]. 2022 [cited 2026 May 7]. How our economy could become more “nature-positive.” Available from: <https://www.weforum.org/stories/2022/02/how-to-navigate-the-complex-world-of-risk-and-reward-when-it-comes-to-nature/>
369. Fisher L, Mueller D, Duggal A. Identifying investible opportunities for a nature-positive economy. World Economic Forum [Internet]. 2025 Nov 5 [cited 2026 May 7]. Available from: <https://www.weforum.org/stories/2025/11/50-investible-opportunities-for-a-new-nature-economy/>

370. zu Ermgassen SOSE, Hawkins I, Lundhede T, Liu Q, Thorsen BJ, Bull JW. The current state, opportunities and challenges for upscaling private investment in biodiversity in Europe. Nat Ecol Evol. 2025 Mar;9(3):515–24. doi:10.1038/s41559-024-02632-0
371. Güntsch A, Overmann J, Ebert B, Bonn A, Le Bras Y, Engel T, et al. National biodiversity data infrastructures: ten essential functions for science, policy, and practice. BioScience. 2025 Feb 1;75(2):139–51. doi:10.1093/biosci/biae109
372. Nature Positive Initiative. <https://www.naturepositive.org/> [Internet]. 2025 [cited 2026 May 7]. State of Nature Metrics: Ready for testing. Available from: <https://www.naturepositive.org/news/latest-news/state-of-nature-metrics-ready-for-testing/>
373. UNEP-WCMC, UNEP FI. Accountability for Nature: January 2024 Comparison of Nature-Related Assessment and Disclosure Frameworks and Standards [Internet]. 2024. Available from: <https://www.unepfi.org/wordpress/wp-content/uploads/2024/01/Accountability-for-Nature.pdf>
374. Business For Nature [Internet]. [cited 2026 May 7]. Reforming Environmentally Harmful Subsidies. Available from: <https://www.businessfornature.org/reformingehs>
375. Business for Nature, Finance for Biodiversity Foundation, Green Finance Institute, The Nature Conservancy, WWF. Sectoral nature-positive transition pathways: A government-led process for a sustainable and resilient economy [Internet]. 2026. Available from: <https://www.financeforbiodiversity.org/wp-content/uploads/2026/02/Discussion-paper-Sectoral-Nature-Positive-Transition-Pathways.pdf>
376. TNFD. Taskforce on Nature-related Financial Disclosures [Internet]. [cited 2026 May 7]. TNFD Adopters. Available from: <https://tnfd.global/engage/tnfd-adopters/>
377. Barning O, Broeders D, de Jonge M, Tiems I, Verhoeven N, van Wijmen C. Nature-related financial risks and central bank risk management. Journal of Risk Management in Financial Institutions. 2024 Jun 1;17(3):316–31.
378. OECD. A supervisory framework for assessing nature-related financial risks: Identifying and navigating biodiversity risks [Internet]. OECD Business and Finance Policy Papers; 2023. Available from: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2023/09/a-supervisory-framework-for-assessing-nature-related-financial-risks_1fd4b9d6/a8e4991f-en.pdf
379. OECD. OECD [Internet]. [cited 2026 May 11]. Fossil fuel support. Available from: <https://www.oecd.org/en/topics/fossil-fuel-support.html>
380. Black S, Parry I, Venon-Lin N. IMF [Internet]. 2023 [cited 2026 May 7]. Fossil Fuel Subsidies Surged to Record \$7 Trillion. Available from: <https://www.imf.org/en/blogs/articles/2023/08/24/fossil-fuel-subsidies-surged-to-record-7-trillion>
381. The Paulson Institute. Financing Nature Interim Report 2025: The Unabated Biodiversity Finance Crisis [Internet]. The Paulson Institute; 2025. Available from: https://www.paulsoninstitute.org/wp-content/uploads/2025/09/Financing-Nature_Interim-Update_2025.pdf
382. IPBES. The IPBES assessment report on land degradation and restoration [Internet]. Montanarella L, Scholes R, Brainich A, editors. Bonn, Germany: IPBES secretariat; 2018 [cited 2026 May 11]. p. 744. Available from: <https://www.ipbes.net/node/28328> doi:https://doi.org/10.5281/zenodo.3237392
383. European Commission. Pioneering proposals to restore Europe's nature by 2050 [Text] [Internet]. Brussels; 2022 [cited 2026 May 11]. Available from: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_3746
384. GGKP. Closing the Gap: Investing in natural capital to meet the SDGs [Internet]. 2024 Jun [cited 2026 May 7]. Available from: https://resources.unep-wcmc.org/products/https%3A%2F%2Fresources.unep-wcmc.org%2Fproducts%2FWCMC_RT607
385. World Economic Forum. New Nature Economy Report II: The Future Of Nature And Business [Internet]. 2020 [cited 2026 May 11]. Available from: <https://www.weforum.org/publications/new-nature-economy-report-ii-the-future-of-nature-and-business/>
386. Vacherand E, Krimphof J, Poolen N, Bals N. Banking on Nature-Positive: How public development banks and commercial banks can collectively contribute towards a Nature-Positive agenda. WWF Deutschland; 2024.
387. Dutch Fund for Climate and Development [Internet]. [cited 2026 May 7]. Available from: <https://www.thedfcd.com>
388. WWF. Bankable Nature Solutions [Internet]. [cited 2026 May 7]. Available from: https://wwf.panda.org/discover/our_focus/finance/green_financial_solutions/bankable_nature_solutions/
389. TBD, TBD, TBD. PLACEHOLDER - WWF / KPMG finance report.
390. CBD. Update on national biodiversity strategies and action plans, national targets and national reporting [Internet]. Rome, Italy; 2025. Available from: <https://www.cbd.int/doc/c/5521/a3e5/e7afe7c038a87bfb784bb725/sbi-06-04-en.pdf>
391. Introductory sections of the Global Biodiversity Framework [Internet]. Secretariat of the Convention on Biological Diversity; 2024 [cited 2026 Apr 28]. Available from: <https://www.cbd.int/gbf/introduction>
392. Milner-Gulland E, Farrelly E, Bromwich T, Haverkamp C. A Critical Year for Nature: Now is the time to accelerate action on the Global Biodiversity Framework [Preprint]. 2026. Available from: <https://ecoevovxiv.org/repository/view/13112/> doi:https://doi.org/10.32942/X2MQ1T
393. Wiebe RA, Wilcove DS. Global biodiversity loss from outsourced deforestation. Nature. 2025 Mar;639(8054):389–94. doi:10.1038/s41586-024-08569-5
394. Nowak L, Leclère D, Schinko T, Wong C, Woodhouse E, Araujo-Gutierrez ZMF, et al. Knowledge for ambitious, integrated, value-explicit and just collective actions towards global biodiversity targets [Internet]. 2026 Apr 16 [cited 2026 Apr 28]. Available from: <https://eartharxiv.org/repository/view/12629/>
395. CBD. Decision adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity on 1 November 2024 [Internet]. 2024. Available from: <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-16/cop-16-dec-05-en.pdf>
396. Widerberg O, Kok M, Negacz K, Petersson M, Pattberg P. Accountability of commitments by non-state actors in the CBD post-2020 Global Biodiversity Framework. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency; 2021 Oct. doi:10.13140/RG.2.2.21311.28323



2026 지구 생명 보고서

The Science of Hope

WWF 글로벌 네트워크

가봉	베트남	우간다
가이아나	벨기에	우크라이나
과테말라-메소아메리카 리프	벨리즈	유럽정책 사무소
그리스	볼리비아	이탈리아
기아나 지역	부탄	인도
나미비아	북아프리카	인도네시아
남아프리카 공화국	불가리아	일본
네덜란드	브라질	잠비아
네팔	솔로몬 제도	중국
노르웨이	스웨덴	중국 대표 사무소
뉴질랜드	스위스	중·동부 유럽
덴마크	스페인	중앙아시아
독일	슬로바키아	중앙아프리카 공화국
라오스	싱가포르	지중해
루마니아	아드리아	짐바브웨
마다가스카르	아드리아-세르비아	체코
말레이시아	아르메니아	칠레
멕시코	아제르바이잔	카메룬
모잠비크	에콰도르	캄보디아
몽골	영국	캐나다
미국	오스트리아	케냐
미얀마	온두라스	코카서스

WWF 협력 기관

- Emirates Nature (아랍에미리트)
- Fundación Vida Silvestre (아르헨티나)
- Pasaules Dabas Fonds (라트비아)

WWF(World Wide Fund for Nature, 전 World Wildlife Fund)는 1961년에 설립된 자연보전기관으로 스위스 글랑에 본부를 두고 있습니다.

출판 정보

본 보고서는 WWF(World Wide Fund for Nature, 전 World Wildlife Fund, 이하 “WWF”)가 2026년 10월 스위스 글랑에서 발행했습니다.

본 출판물의 전부 또는 일부를 복제할 경우, 아래의 규정을 준수해야 하며 저작권자를 위에 명시된 발행처로 표기하고 출판물의 제목을 명시해야 합니다.

권장 인용

WWF (2026) Living Planet Report 2026 – The Science of Hope. WWF, Gland, Switzerland.

텍스트 및 그래픽: © 2026 WWF All rights reserved.

본 출판물은 사진을 제외하고, 교육 또는 비상업적 목적으로 복제할 수 있습니다. 단, 이를 WWF에 사전 서면 통지하고 위에 명시된 방식에 따라 적절한 출처를 반드시 기재해야 합니다. 재판매 또는 기타 상업적 목적을 위한 복제는 WWF의 사전 서면 허가 없이 금지됩니다. 본 출판물의 사진은 그 용도와 관계없이 WWF의 사전 서면 허가를 받아야 사용할 수 있습니다.

면책 고지

본 보고서에 표기된 지리적 위치와 제시된 자료는 특정 국가나 영토, 지역의 법적 지위 또는 그 관계 당국의 법적 지위에 대한 WWF의 견해를 표명한 것이 아닙니다.

2026 지구 생명 보고서

The Science of Hope

© 2026

WWF® 및 ©1986 판다 심볼은

WWF의 소유입니다.

All rights reserved.

WWF International,

Rue Mauverney 28, 1196 Gland,
Switzerland.

웹사이트에서 보다 자세한 정보를
확인할 수 있습니다.

livingplanet.panda.org.



지구를 지키는 힘,
WWF와 함께 하세요

wwfkorea.or.kr

